

AN5365

SAM L11 安全参考指南

简介

本文档旨在帮助开发人员使用 SAM L11 安全功能编译安全嵌入式应用程序。

本文档涵盖应用程序开发的以下几个方面:

- 单开发人员和双开发人员方法
- 使用 SAM L11 生态系统开发安全解决方案
- 使用 ARMv8-M 的 Arm[®] TrustZone[®]技术以及调试访问级别保护安全软件
- 使用安全引导确保系统可信根

下列内容通过裸机软件示例说明了如何使用密钥安全功能:

- 使用 SAM L11 安全、非安全和混合安全外设
- 针对 AES-128、SHA-256 和 GCM 算法使用嵌入式加密加速器(CRYA)
- 使用数据闪存和可信 RAM 存储应用程序机密信息,并通过篡改检测、加扰和静默访问功能加以保护

目录

简グ	简介1						
1.	SAM I 1.1. 1.2. 1.3. 1.4.	_11 安全功能简介 ARMv8-M 的 TrustZone 技术 外设安全属性	3 .3 .9 13				
2.	SAM I 2.1. 2.2. 2.3. 2.4. 2.5.	11 应用程序开发(开发人员 A 和开发人员 B) 2 单开发人员方法 2 双开发人员方法 2 开发安全解决方案(开发人员 A) 2 开发非安全项目(开发人员 B) 3 开发具有安全引导程序的解决方案(开发人员 A) 5	20 20 20 21 39 54				
3.	软件月 3.1. 3.2. 3.3. 3.4. 3.5. 3.6.	I例示例	5 57 59 73 75 77				
4.	版本历	j史	'9				
Mic	rochip	网站	31				
产品	出变更通	自知服务	31				
客户	『支持		31				
Mic	Microchip 器件代码保护功能						
法律	法律声明						
商材	商标82						
质量	管理体	5系	32				
全球	就销售及	b 服务网点 8	33				

1. SAM L11 安全功能简介

1.1 ARMv8-M 的 TrustZone 技术

Microchip SAM L11 单片机(MCU)的中央安全元件是 ARMv8-M 器件实现的 TrustZone 技术。TrustZone 技术是一种 片上系统(System-on-Chip, SoC)和 MCU 系统范围的安全方法,支持在单个 MCU 上运行安全和非安全应用程序代码。

ARMv8-M 器件的 TrustZone 技术基于 Cortex[®]-M23 内核中实现的特定硬件,该硬件与专用安全指令集结合使用。它 支持创建多个软件安全域,限制只有可信软件才能访问选定存储器、外设和 I/O,而不会影响系统性能。

ARMv8-M 器件的 TrustZone 技术主要旨在简化深度嵌入式器件的安全评估。ARMv8-M 的 TrustZone 嵌入式软件应用 程序的原理如下图所示。

图 1-1. 安全状态与非安全状态之间的标准交互



在 SAM L11 Cortex-M23 内核实现中,通过实现定义的属性单元(Implementation Defined Attribution Unit, IDAU)进行安全管理。IDAU 接口负责控制是否可以执行基于当前内核安全状态和指令地址的特定指令。下图给出了系统在允许访问特定存储区之前所执行的内核/调试器访问验证。

图 1-2. IDAU 接口和存储器访问



得益于上述实现,只需使用简单的函数调用或中断处理即可转移到特定的安全状态,具体如下图所示。这样便不会产 生任何代码和执行开销,从而实现高效调用。

图 1-3. ARMv8-M 的 TrustZone 状态切换



1.1.1 存储器安全属性

为了区分并隔离安全代码与非安全代码,SAM L11存储器划分为10个存储区,如下图所示。每个区域的大小可使用专用 NVM 熔丝(例如 BS、BNSC、BOOTPROT、AS、ANSC、DS 和 RS)进行配置。

图 1-4. SAM L11 存储区



每个存储区会在硬件中预配置为下列其中一种属性:

- 非安全 (NS): 非安全地址用于存储器和外设,器件上运行的所有软件都可以访问。
- 安全(S):安全地址也用于存储器和外设,但只有安全软件可以访问。
- 非安全可调用(NSC): NSC 是一种特殊的安全存储单元,支持软件从非安全状态切换为安全状态。

每个区域的安全属性将定义该区域中存储的代码的安全状态。

1.1.2 安全和非安全函数调用机制

为了防止从非安全状态下访问安全代码和数据,安全代码必须同时满足多项要求。为此,需要通过 MCU 架构、软件架 构与工具链配置来协同实现。

在内核级,ARMv8-M器件有一组专用的安全指令,可用于在 CPU 安全状态切换期间保存和保护安全寄存器值。

- 安全网关(Secure Gateway, SG):用于在执行安全入口点的第一条指令时从非安全状态切换为安全状态。
- **转移并交换到非安全状态(Branch with eXchange to Non-Secure State, BXNS)**:供安全软件用于转移或返回到非安全程序。
- 通过链接转移并交换到非安全状态(Branch with Link and eXchange to Non-Secure State, BLXNS):供安全软件用于调用非安全函数。

在工具链级,必须使用 Arm 提供的"C"语言扩展(CMSE)来确保使用 ARMv8-M 安全指令。

在软件架构级,必须使用特定安全和非安全函数调用机制来确保安全性,具体如以下章节所述:

1.1.2.1 非安全可调用 API

使用 ARMv8-M 的 TrustZone 技术时,应用程序开发人员可定义一组非安全可调用 API,用于从非安全区域访问安全代码。这些 API 称为安全网关(SG)或模板,负责 CPU 安全状态切换,并且能够将安全入口点与安全代码的其余部分隔离,从而限制非安全状态下能够访问的代码量。

SG 应置于 NSC 存储区,以确保只能在 CPU 处于非安全状态时执行。安全代码的其余部分应置于安全存储区,以确保 无法在 CPU 处于非安全状态时访问,具体请参见下图。



图 1-5. 非安全可调用 API 机制

若要使用非安全可调用 API,需使用特定 Cortex-M23 指令来确保内核安全状态切换期间的安全性。只有入口点的第一条指令为 SG 且位于非安全可调用存储单元时,才允许从非安全到安全软件入口点的直接 API 函数调用。要转移到非安全代码,还需要使用特殊指令(BXNS 和 BLXNS)。

以下代码通过结合使用 Arm GCC 工具链与"C"语言扩展(CMSE)对安全函数及其 SG API 声明和定义进行了说明。

Veneer.h:

```
/* 非安全可调用函数 */
extern int nsc func1(int x);
```

Veneer.c(链接到器件的 NSC 存储区中):

```
/* 非安全可调用(入口)函数 */
int __attribute__((cmse_nonsecure_entry)) nsc_funcl(int x)
{
    return secure_funcl(x);
}
```

Secure_function.c(链接到器件的安全存储区中):

```
int secure_func1(int x)
{
    return x + 3;
}
```

1.1.2.2 非安全软件回调

安全代码可以定义并使用软件回调从非安全区域执行函数,这是因为安全代码与非安全代码分别位于单独的可执行文 件中。下图所示为软件回调方法。

图 1-6. 非安全软件回调流程图



可以使用 BLXNS 指令管理回调函数。下图所示为非安全回调机制:



注: 非安全软件回调通过指向非安全代码单元的指针来定义。务必在安全应用程序中检查指针是否正确,误用指针会产生安全漏洞,进而导致非安全代码也可以执行任何安全函数。为了克服这一缺点,我们提供了一组基于全新 Cortex-M23 测试目标(Test Target, TT)指令的 CMSE 函数。

1.1.2.3 安全状态和调用不匹配

如果尝试从非安全代码访问安全区域,或者执行的代码与系统安全状态之间不匹配,则会导致硬故障异常,具体如下 图所示。



图 1-8. 安全状态和调用不匹配

1.1.3 安全和非安全中断处理

Cortex-M23(ARMv8-M 架构)使用的异常堆栈机制与 ARMv7-M 架构相同,其中内核寄存器的子集自动存储到堆栈中 (硬件现场保护)。这样可以立即执行中断处理程序,而无需通过软件执行现场保护。ARMv8-M 将该机制扩展为基于 两个不同的堆栈指针(安全堆栈指针和非安全堆栈指针)提供增强的安全性。

根据嵌套向量中断控制器(Nested Vector Interrupt Controller, NVIC)中配置的优先级设置,安全代码执行可以中断 非安全代码执行,非安全代码执行也可以中断安全代码执行。内核级 NVIC 寄存器会进行复制。这样便有两个向量表定 义,一个用于安全,另一个用于非安全。

当产品启动时,所有中断默认映射到安全区域(安全向量表)。安全区域中可访问的特定 CMSIS 函数将每个中断向量 分配给非安全处理程序(在非安全向量表中声明)。

如下图所示,如果高优先级非安全中断到达时正在运行安全代码,则内核会将安全寄存器内容全部压入专用安全堆栈 中。寄存器随后自动清零以防止读取任何信息,而内核执行非安全异常处理程序。当非安全处理程序执行完毕时,硬 件将自动从安全堆栈中恢复所有寄存器内容。该机制通过硬件管理,无需任何软件干预。这样可以从运行安全代码安 全地切换到运行非安全中断处理程序,然后再恢复运行安全代码。

图 1-9. Cortex-M23 中断机制



1.2 外设安全属性

SAM L11 系列器件将 TrustZone 的概念扩展到其集成的外设,并且能够将特定外设分配给安全区域和非安全区域。此外, SAM L11 还内置可在安全应用程序与非安全应用程序之间共享资源的外设,称为混合安全外设。每个外设的安全属性通过外设访问控制器(Peripheral Access Controller, PAC)进行管理。

注: IDAU 外设始终安全,器件服务单元(Device Service Unit, DSU)外设始终非安全。有关更多信息,请参见《SAM L10/L11 系列数据手册》。

1.2.1 安全和非安全外设

如下图所示,PAC 控制器内置一组寄存器,用于定义系统中每个集成外设的安全属性。这些寄存器在器件启动时由 ROM 代码配置,将根据用户行(UROW)熔丝中存储的用户配置设置 PAC.NONSECx 寄存器。

图 1-10. PAC.NONSECx 寄存器说明

	7:0	GCLK	SUPC	OSC32KCTR L	OSCCTRL	RSTC	MCLK	PM	PAC
NONSECA	15:8			AC	PORT	FREQM	EIC	RTC	WDT
	23:16								
	31:24								
	7:0				HMATRIXHS	DMAC	NVMCTRL	DSU	IDAU
NONSECR	15:8								
NONSLOB	23:16								
	31:24								
	7:0	ADC	TC2	TC1	TC0	SERCOM2	SERCOM1	SERCOM0	EVSYS
NONSECC	15:8			TRAM	OPAMP	CCL	TRNG	PTC	DAC
NUNSECC	23:16								
	31:24								



重要: 在应用程序运行期间,无法通过访问 PAC.NONSECx 寄存器更改外设安全属性。任何更改都必须使用用户行熔丝来完成,并且需要复位 SAM L11 器件。应用程序可读取 PAC.NONSECx 寄存器来获取集成外设的当前属性。

外设可按照其 PAC 安全属性及其内部安全分区能力(标准/混合安全)分为两组:

- 非安全外设:标准外设在 PAC 中配置为非安全。整个外设的安全属性通过将相关 NONSECx 熔丝定义设置为 1 来定义。授予对外设的安全和非安全访问权限。
- 安全外设:标准外设在 PAC 中配置为安全。整个外设的安全属性通过将相关 NONSECx 熔丝定义设置为 0 来定义。授予对外设的安全访问权限,非安全访问将被丢弃(忽略写操作,读为 0x0)并触发 PAC 错误。

将外设分配给安全区域时,仅授予对其寄存器的安全访问权限,并且只能在安全区域管理中断处理。

1.2.2 混合安全集成外设

SAM L11 内置 5 个混合安全外设,这些外设的部分内部资源可在安全区域与非安全区域之间共享。下面完整列出了 SAM L11 混合安全外设及其共享资源:

- 外设访问控制器 (PAC): 管理外设安全属性 (安全或非安全)。
- 非易失性存储器控制器(NVMCTRL):处理安全和非安全闪存区域编程。
- I/O 引脚控制器 (PORT): 支持将每个 I/O 单独分配给安全或非安全应用程序。
- 外部中断控制器 (External Interrupt Controller, EIC): 支持将每个外部中断单独分配给安全或非安全应用程序。
- 事件系统(EVSYS): 支持将每个事件通道单独分配给安全或非安全应用程序。

混合安全外设共享其内部资源的能力取决于该外设在 PAC 外设中的安全属性(PAC 安全或 PAC 非安全)。

- 当混合安全外设为安全(NONSECx 熔丝设置为 0)时,安全区域可使用专用寄存器将外设的内部资源分配给非 安全区域。
- 当混合安全外设为非安全(NONSECx 熔丝设置为 1)时,外设的行为类似于标准非安全外设。授予对外设寄存器的安全和非安全访问权限。

1.2.2.1 混合安全外设(PAC 安全)

当混合安全外设为 PAC 安全(相关 PAC NONSECx 熔丝设置为 0)时,外设寄存器会进行分区,并且可通过两个不同的存储器别名进行访问,如下图所示。





安全区域随后可使用 NONSEC 寄存器单独使能对内部外设资源的非安全访问,如下图(针对外部中断控制器)所示。

图 1-12. 外部中断控制器 NONSEC 寄存器

Name:	NONSEC
Offset:	0x40
Reset:	0x0000000
Property:	PAC Write-Protection, Write-Secure

This register allows to set the NMI or external interrupt control and status registers in non-secure mode, individually per interrupt pin.



NONSEC 寄存器的内容只能由安全区域通过外设寄存器安全别名(PERIPH_SEC.NONSEC)修改。 通过设置 NONSEC 寄存器中的特定内部功能位域,可以访问外设非安全别名中与该功能相关的不同位域。

1.2.2.2 混合安全外设(PAC 非安全)

当混合安全外设为 PAC 非安全(相关 NONSECx 熔丝设置为 1)时,外设的行为类似于标准非安全外设。 授予对外设寄存器的安全和非安全访问权限。外设寄存器映射如下图所示: 图 1-13. PAC 非安全混合安全外设寄存器寻址



在应用程序级管理 PAC 非安全的混合安全外设与管理标准非安全外设类似。

1.3 调试访问级别(DAL)和全片擦除

SAM L11 具有以下可配置调试访问级别(Debug Access Level, DAL),用于限制对系统中安全和非安全资源的编程和调试访问。

- DAL2: 存储器和外设访问不受限制的调试访问
- DAL1: 仅限非安全存储区访问,禁止安全存储区访问
- DAL0:未授予任何访问权限,但调试器使用引导 ROM 交互模式时除外

注: 有关引导交互模式的更多信息,请参见《SAM L11 数据手册》(DS60001513E_CN)中的"引导 ROM"一章。 调试访问级别与三个受密钥保护的全片擦除命令结合使用,可提供三种级别的非易失性存储器擦除粒度,如下图所 示。 图 1-14. 全片擦除命令



全片擦除命令保护密钥通过 BOCOR 位域来配置,如下图所示。

图 1-15. SAM L11 可配置全片擦除密钥熔丝

Offset	Bit Pos.		Name			
0x00	7:0		Reserved			
0x01	15:8		BS			
0x02	23:16	Reserved	BNSC			
0x03	31:24		BOOTOPT			
0x04	39:32		BOOTPROT			
0x05	47:40	Reserved				
0x06	55:48	Reserved			BCWEN	
0x07	63:56		Reserved			
0x08-0x0B	95:64		BOCORCRC			
0x0C-0x0F	127:96		ROMVERSION			
0x10-0x1F	255:128		CEKEY0			
0x20-0x2F	383:256		CEKEY1			
0x30-0x3F	511:384		CEKEY2			
0x40-0x4F	639:512		CRCKEY			
0x50-0x6F	895:640		BOOTKEY			
0x70-0xDF	1791:896		Reserved			
0xE0-0xFF	2047:1792		BOCORHASH			

使用不同的全片擦除命令可以在不影响代码安全性的条件下提高 DAL 级别。因此,在切换为较高的 DAL 级别前,应先 擦除代码,如下图所示。





Microchip Studio 7 内的器件编程实用程序提供了最简单的方式来设置 DAL 命令和全片擦除命令,并且还可用于访问器 件熔丝,如以下各图所示。

图 1-17. Microchip Studio 7 器件编程期间的全片擦除命令

EDBG (ATML3138051800000522) - Device Programming									
Tool Device EDBG × ATSAML11E16A	Interface Device signature Target Voltage SWD × Apply 0x20830100 Read 3.3 V Read								
Interface settings Tool information Device information Memories Fuses Security	Device (DAL=2) ChipErase Nonsecure (CE0) ChipErase Nonsecure (CE0) ChipErase Secure (CE1) ChipErase All (CE2) Set DAL 0 Set DAL 1 V radvanced	Secure (v Read							
Reading device IDOK									
		Close							

1-18. Microchip Stud	dio 7 器件编程期间的全片都	際除密钥熔丝设计					
EDBG (ATML3138051800000	0522) - Device Programming					?	×
Tool Device EDBG ~ ATSAML11E1	Interface 6A ▼ SWD ~ Apply	Device signature 0x20830100	Targe Read 3.3	t Voltage V Read	☆		
Interface settings	Fuse Name		Value				^
Tool information	BOCOR_WORD_4.BOOTRO	M_CEKEY0_0	OxFFFFFFF				- 1
Device information	BOCOR_WORD_5.BOOTRO	M_CEKEY0_1	OxFFFFFFF				
Memories	BOCOR_WORD_6.BOOTRO	M_CEKEY0_2	OxFFFFFFF				
Fuses	BOCOR_WORD_7.BOOTRO	M_CEKEY0_3	0xFFFFFFFF				
Security	BOCOR_WORD_8.BOOTRO	M_CEKEY1_0	0xFFFFFFFF				
,	BOCOR_WORD_9.BOOTRO	M_CEKEY1_1	0xFFFFFFFF				
	BOCOR_WORD_10.BOOTRO	DM_CEKEY1_2	0xFFFFFFFF				~
	Fuse Register Value						^
	BOCOR_WORD_0 0x00C10	BFF					
	BOCOR_WORD_1 0xFFFFFF	08					
		FF					~
	✓ Auto read				Сору	to clipb	oard
	✓ Verify after programming			Program	Verify	Re	ad
Reading register USER_WORD_2OK Reading register USER_WORD_3OK Reading register USER_WORD_4OK Reading register USER_WORD_5OK Reading register USER_WORD_6OK Read registersOK							
 Read registersOK 	(
]	Clos	e

1.4 安全引导

SAM L11 引导 ROM 始终在产品启动阶段执行。该软件通过 ROM 编码到器件中,用户不能跳过。引导 ROM 可根据引导配置行(BOCOR)熔丝设置了解系统中是否定义了安全引导区域。

引导 ROM 可在执行前进行完整性检查(SHA-256)或者验证(SHA-256 + BOOTKEY)安全引导区域中存储的固件。 该验证机制是在部署和执行安全固件期间确保系统可信根而需考虑的关键要素。下图说明了安全引导过程的 BS(安全 + NSC 引导子区域)验证。



要验证器件闪存 BS 存储器段中存储的安全自举程序代码,ROM 代码需使用加密加速器(CRYA)计算闪存 BS 区域的 哈希值,并将其与器件安全闪存(引导区域)存储器段中存储的参考哈希值(256位/32字节)进行比较。该参考哈希值(256位)必须存储在安全闪存(引导区域)的最后 256位中,如下图所示。





如果验证结果等于参考哈希值,则引导 **ROM** 将开始执行安全自举程序。如果值不匹配,器件将进入无限复位循环,以防止执行闪存代码。此时,只能通过 ChipErase_ALL 命令使器件从该状态中恢复。ChipErase_ALL 命令会擦除存储器的全部内容并将熔丝复位为其出厂设置。

安全引导过程配置中使用以下熔丝:

- BOOTPROT、BS和BSNC: 定义产品闪存中引导段的配置。安全、非安全和非安全可调用引导段的大小可根据应用需求自定义。这些熔丝用于产品 IDAU 中的安全存储器分配,以及完整性和身份验证机制(在 BOOTOPT 熔 丝中配置时)。更改熔丝设置需要考虑复位器件,因为只有引导 ROM 能够更改 IDAU 设置。
- BOOTOPT: 定义要执行的验证的类型。

表 1-1. SAM L11 安全引导验证方法

вооторт	BOOTPROT 区域 验证方法	BOCOR 行 验证方法
0	禁止安全引导	
1	SHA-256 (完整性检	查)
2或3	SHA-256 + BOOTKEY ⁽¹⁾ (身	份验证检查)

注:

- 1. BOOTKEY 在 BOCOR 行中定义。
- 2. 使用安全引导身份验证功能会影响产品启动时间。请参见《SAM L10/L11 系列数据手册》 (DS60001513E_CN)。

注: 使用安全引导身份验证功能会影响产品启动时间。有关更多信息,请参见《SAM L10/L11 数据手册》 (DS60001513E_CN)。

BOOTKEY:用于身份验证机制的 256 位 BOOTKEY。

下图突出显示了用于配置安全引导过程的熔丝。

图 1-21. 安全引导过程熔丝

Bit Pos.	Name	Usage	Factory Setting	Related Peripheral Register
7:0	Reserved	Reserved	Reserved	Reserved
15:8	BS	Secure Flash (BS region) Size = BS*0x100 (2)	0x00	IDAU.SCFGB
21:16	BNSC	Non-Secure Callable Flash (BOOT region) Size = BNSC*0x20	0x00	IDAU.SCFGB
23:22	Reserved	Reserved	Reserved	Reserved
25:24	BOOTOPT	Boot Option	0x0	Boot ROM
31:26	Reserved	Reserved	Reserved	Reserved
39:32	BOOTPROT	Boot Protection size = BOOTPROT*0x100	0x00	IDAU.SCFGB
47:40	Reserved	Reserved	Reserved	Reserved
48	BCWEN	Boot Configuration Write Enable	0x1	NVMCTRL.SCFGB
49	BCREN	Boot Configuration Read Enable	0x1	NVMCTRL.SCFGB
63:50	Reserved	Reserved	Reserved	Reserved
95:64	BOCORCRC	Boot Configuration CRC for bit 63:0	0xDDE78140(1)	Boot ROM
127:96	Reserved	Reserved	Reserved	Reserved
255:128	CEKEY0	Chip Erase Key 0	All 1s	Boot ROM
383:256	CEKEY1	Chip Erase Key 1	All 1s	Boot ROM
511:384	CEKEY2	Chip Erase Key 2	All 1s	Boot ROM
639:512	CRCKEY	CRC Key	All 1s	Boot ROM
895:640	BOOTKEY	Secure Boot Key	All 1s	Boot ROM
1791:896	Reserved	Reserved	Reserved	Reserved
2047:1792	BOCORHASH	Boot Configuration Row Hash	All 1s	Boot ROM

2. SAM L11 应用程序开发(开发人员 A 和开发人员 B)

系统 DAL 和全片擦除与 Cortex-M 架构的 TrustZone 技术结合使用,因此开发人员可采用以下开发和部署方法:

- 单开发人员方法(开发人员 A)
- 双开发人员方法(开发人员 A + 开发人员 B)

Microchip Studio 7 集成开发平台提供了一整套高级功能来加快 SAM L11 应用程序的开发过程。以下章节介绍了开发 人员 A 与开发人员 B 创建和定制应用程序的方法。

2.1 单开发人员方法

在单开发人员方法中,开发人员(开发人员 A)负责开发和部署安全和非安全代码。开发人员 A 的应用程序可使用 DAL0 进行保护。下图对基于 SAM L11 的单开发人员方法进行了说明。

图 2-1. 单开发人员方法



2.2 双开发人员方法

在该方法中,第一个开发人员(开发人员 A)负责开发安全应用程序及其相关的非安全可调用库(.lib/.h),以及向第二个开发人员(开发人员 B)提供预定义的链接器文件。该安全应用程序随后装入 SAM L11 闪存,并使用设置的 DAL1 命令进行保护以防止进一步访问器件的安全存储区。

然后,第二个开发人员(开发人员 B)将基于预编程的 SAM L11 着手开发,但被限制访问安全资源(仅限调用非安全 API)。为此,开发人员 B 将使用开发人员 A 提供的链接器文件和 NSC 库。下图对基于 SAM L11 的双开发人员方法 进行了说明。

图 2-2. 双开发人员方法



以下章节介绍了开发人员 A 与开发人员 B 执行的应用程序开发和部署过程。

2.3 开发安全解决方案(开发人员 A)

为了帮助开发人员 A 基于 SAM L11 着手开发(无论是单开发人员方法还是双开发人员方法),Microchip Studio 7 提供了预配置的安全解决方案模板,该模板对基本安全和非安全应用程序执行进行了说明(如下图所示),可用于评估和了解器件中 ARMv8-M 实现的 TrustZone 技术或作为定制解决方案开发的起始点。

SAM L11 应用程序开发(开发人员 A 和开发人员 B)

图 2-3. 安全解决方案模板概览



2.3.1 使用 Microchip Studio 安全解决方案模板创建 SAM L11 安全解决方案

要使用 Microchip Studio 7 中提供的预配置模板创建安全解决方案,可按照以下步骤操作:

- 1. 打开 Microchip Studio 7。
- 2. 选择 File > New > Project (文件 > 新建 > 项目)。
- 3. 在 New Project (新建项目) 窗口中,执行以下操作来创建和配置一个新的解决方案:
 - a. 展开 Installed (已安装工具),选择 C/C++。
 - b. 选择 SAM L11 安全解决方案。
 - c. 在 Name(名称)、Location(位置)、Solution(解决方案)和 Solution name(解决方案名称)中输入 详细信息(相关示例见下图)。
 - d. 单击 **OK**(确定)。

SAM L11 应用程序开发(开发人员 A 和开发人员 B)

图 2-4. 在 Microchip Studio 7	下创建 SAM L11	解决方案
-----------------------------	-------------	------

New Project					? ×
▷ Recent		Sort by:	Default 👻 🔛		Search Installed Templates (Ctrl+E)
✓ Installed C/C++ Assembler AtmelStudio Solution		600	GCC C ASF Board Project	C/C++	Type: C/C++
		ecc	GCC C Executable Project	C/C++	Creates an Atmel Studio TrustZone-based Solution which contains a Secure project as well as a Non-Secure project that call backing and the
		ecc	GCC C Static Library Project	C/C++	back into each other.
		600	GCC C++ Executable Project	C/C++	
			GCC C++ Static Library Project	C/C++	
			SAM L11 Secure Solution v1.2	C/C++	
		\mathbb{Z}	SAM L11 Secure Solution with Boot v1.0	C/C++	
		\odot	Create project from Arduino sketch	C/C++	
<u>N</u> ame:	My_SAM_L11_Se	ecure_Solu	tion		
Location:	C:\			• [Browse
Solution: Create new solution					
Solution name:	My_SAM_L11_Se	ecure_Solu	tion	[Create <u>directory</u> for solution
					OK Cancel

创建后, SAM L11 安全解决方案应出现在 Microchip Studio 7 IDE 中,如下所示:

图 2-5. Microchip Studio 7 下的 SAM L11 安全解决方案

My_SAM_L11_Secure_Solution - AtmelStudio	itandard Mode 🔻	Quick Launch (Ct	rl+Q)	• • ×
<u>File Edit View VAssistX</u> ASF <u>Project Build Debug Tools Window H</u> elp				
🖗 😋 🕶 📄 📅 🕶 🏥 📩 🖕 🎬 🗳 🗍 🏠 🗇 🏠 🏷 – 🤍 – 🔠 🔍 🕨 🕅 Debug	 Debug Brov 	wser 👻	- 🖉 📮	
NI B = → II ▶ ↔ * ? * ▶ 王 Hex % ■ +	; 🛎 🛎 🛛 🖕 🖁 🤅	🗯 ATSAML11E16A	A 🥤 SWD on EDBG	÷
main.c 🦻 🗙 main.c		 Solution E 	Explorer	- ₽ ×
	lution\NonSecure 🝷	ኛ Go 🛛 🕤 👔	1 o - a 🛯 /	• 💶 @§ "
□ /**		÷ Search So	Jution Explorer (Ctrl+\$)	<u>م</u>
* Copyright (c) 2019 Microchip Technology Inc.				
*		Solu	ition 'My_SAM_LTT_Sec	ure_Solution' (a
* SPDX-License-Identifier: Apache-2.0			NonsecureApp	
*			Output Files	
* Licensed under the Apache License, Version 2.0 (the "License"); you n	nay		Libraries	
<pre>* not use this file except in compliance with the License. * You use this is a serie of the License at</pre>			Device Startup	
* You may obtain a copy of the License at			main.c	
<pre>* http://www.apache.org/licenses/LICENSE-2.0</pre>			veneer.h	
*		🖉 🔺 📙 S	SecureApp	
* Unless required by applicable law or agreed to in writing, software			Dependencies	
* distributed under the License is distributed on an AS IS BASIS, WITH	JUT		Output Files	
* WARKANITES OR CONDITIONS OF ANY KIND, either express or implied.		▶ 🗷	Libraries	
* limitations under the License.			Device_Startup	
*			Secure_Functions	
*/			main.c	
			veneer.c	
#include "sam.h"			veneer.h	
#include Veneer.n				
volatile int val1, val2;				
		-		
100 % 🔹 🖣		► 4		
Error List				- ₽ ×
Entire Solution • 🖸 0 Errors 🔒 0 Warnings 🚺 0 Messages Build + IntelliSen	ise ▼		Search Error List	ρ-
Description		Project	File	Line
Output				
Creating project 'My_SAM_L11_Secure_Solution' project creation successful.	Ln 1	Col 1	Ch 1	INS

2.3.2 安全解决方案模板说明

基于 SAM L11 安全解决方案模板(随 Microchip Studio 7 一起提供)创建的任何解决方案都由预配置的非安全项目和 安全项目组成。

为了简化开发过程,与 ARMv8-M 实现的 TrustZone 技术相关的所有配置方面均已实现。以下章节介绍了模板内容,以及根据应用需求定制解决方案时需要修改的关键要素。

2.3.2.1 安全项目说明

SAM L11 安全解决方案模板中包含的安全项目旨在为基于 SAM L11 的安全代码开发提供预配置的开发库。该安全项目 预配置为说明基于 SAM L11 的标准安全应用程序的以下适用方面:

- 器件资源的安全和非安全区域属性(熔丝设置)
- 系统安全的初始化
- 安全函数示例的定义和声明
- 非安全区域的安全网关(模板)的定义和声明
- 对非安全应用程序的安全调用

下图对预配置安全项目的文件架构进行了说明:

图 2-6. 安全项目架构



下图对预配置安全项目的主程序进行了说明:

BOCOR/UROW files : Contains fuses setting definition

<u>Secure Linker file</u>: Contains link configuration for the Secure application

Secure Startup file : Contains the Secure vector table and Secure Reset Handler

Secure System file : Contains the initialization functions for the system resources allocated to Secure application

Secure .c/.h files : Contains the Secure function examples

<u>Secure Main File</u>: Contains the secure Application main routine

<u>Veneer .c/.h files</u>: Contains the definition and declaration of the Non-Secure Callable (NSC) gateway to the secure functions declared in secure.c/.h SAM L11 应用程序开发(开发人员 A 和开发人员 B)

图 2-7. 安全项目主程序流程图



必须将该安全 main.c 文件用作任何安全应用程序开发的起始点。

注:提供的 system init 函数为空,因此系统以4 MHz 运行(复位状态)。该函数应根据安全和非安全应用要求进 行定制。

2.3.2.2 非安全项目说明

SAM L11 安全解决方案模板中提供的非安全项目为在非安全区域中运行的标准应用程序。该应用程序可使用分配给非 安全区域的全部系统资源,具体通过安全应用程序提供的 veneer.h 文件来使用预编程非安全可调用(NSC)函数。 非安全项目架构如下图所示。

图 2-8. 非安全项目架构



安全解决方案模板中的非安全主函数流程图如下图所示。

Non-Secure Linker file : Contains link configuration for

Non-Secure Startup file : Contains the Non-Secure vector table and Non-Secure Reset Handler.

Non-Secure System file : Contains the initialization functions for the system resources allocated to Non-

Non-Secure Main file : Contains the Non-Secure

Veneer .h file : Link to the veneer header file containing the secure gateways to secure project

SAM L11 应用程序开发(开发人员 A 和开发人员 B)

图 2-9. 非安全项目主函数流程图



非安全主函数对通过安全应用程序 veneer.h 文件提供的网关调用特定安全函数进行了说明。

可以将该非安全 main.c 文件用作任何非安全应用程序开发的起始点。

2.3.2.3 NVM 行配置

为了方便定义和修改应用程序熔丝,模板在 SecureApp 项目中嵌入了 2 个专用头文件来管理 SAM L11 系统 NVM 行,如下图所示。

图 2-10. saml11_bocor.h 和 saml11_urow.h

My SAM 111 Secure Solution - AtmelSt	udio	Standard Mode	Quick Launch	n (Ctrl+Q)	. 🗆 ×
File Edit View VAssistY ASE Brei	act Ruild Debug Tools V	Vindow Help			
		vindow <u>rie</u> p	-		< 1 P
	ᄮᆸᆸᆝᇰᆂᆬᆂᆝᄪᆖᄣ	Debug - Debug	Browser *	· P =	te 25 ↓
🕅 📩 🔳 🔿 II 🕨 😂 🕇 📪 🏌	🔺 📧 Hex 🄏 🖼 🗸 🚚 🗔	📼 🛱 🐺 🛂 🚽 🕍 📾	🖕 🖗 🗰 ATSAML11	E16A 🥤 SWD on EDBG 💡	÷
main.c main.c		saml11_bocor.h	n 🛎 🗙 👻 Soluti	ion Explorer	▼ ₽×
		*/	÷ 0 (o ☆ 'o - a @ /	• 💶 (d)s "
/* BOLOK_X: BOOT COnfiguration	Row (BOCOR) Word X definiti	ions */	Searc	h Solution Explorer (Ctrl+\$)	<u>ہ</u> م
#define BOCOR BNSC Øx@	00 /* Non-Secure Call	able Flash size (BOOT regio	on) = E		
#define BOCOR_BS 0x0	00 /* Non-Secure Flas	h size (BOOT region) = BS*0	x100 *	Dependencies	^
#define BOCOR_BOOTOPT 0x0	00 /* 0x0 = no boot v	verification ; 0x1 = SHA256	verifi	Output Files	
#define BOCOR_BOOTPROT 0x0	00 /* Boot Protection	<pre>size = BOOTPROT*0x100 */</pre>	Þ	 Libraries 	
#define BOCOR_BCWEN Øx1	1 /* 0x0 = Boot Conf	iguration Write disabled ;	0x1 =	 Device_Startup 	
#define BOCOR_BCREN Øx1	1 /* 0x0 = Boot Conf	iguration Read disabled ; 0	x1 = E	c main.c	
				veneer.h	
#define BOCOR_CEKEY0_WORD_0 0>	xFFFFFFFF /* Chip erase 0 ke	y (128-bits) */		SecureApp	
#define BOCOR_CEKEY0_WORD_1 0>	xFFFFFFFF /* " */			Dependencies	
#define BOCOR_CEKEY0_WORD_2 0>	xFFFFFFFF /* " */			Output Files	
#define BOCOR_CEKEY0_WORD_3 0x	xFFFFFFFF /* " */				
				A Davice Startup	
#define BOCOR_CEKEY1_WORD_0 0>	xFFFFFFFF /* Chip erase 1 ke	ey (128-bits) */		Device_startup	
#define BOCOR_CEKEY1_WORD_1 0x	xFFFFFFFF /* " */			h samili_bocor.h	
#define BOCOR_CEKEY1_WORD_2 0>	xFFFFFFFF /* " */			b saml11_urow.h	
#define BOCOR_CEKEY1_WORD_3 0x	xFFFFFFFF /* " */			🗋 saml11e16a_flash	.ld
				🗋 saml11e16a_sram	n.ld
#define BOCOR_CEKEY2_WORD_0 0>	xFFFFFFFF /* Chip erase 2 ke	ey (128-bits) */		startup_saml11e1	6a.c
#define BOCOR_CEKEY2_WORD_1 0>	XFFFFFFFF /* * */			c) system saml11e1	6a.c
#define BOCOR_CEKEY2_WORD_2 Øx	xFFFFFFFF /* " */		b	Secure Eunctions	
#define BOCOR_CEKEY2_WORD_3 0>	xFFFFFFFF /* " */			main c	
#define BOCOR_BOOTKEY_WORD_0 0>	xFFFFFFFF /* BOOTKEY (256-bi	.ts) */	-	veneer.c	-
	VEFFFFFF /* */			ini veneern	
Error List					- ₽ ×
Entire Solution 👻 😵 0 Errors	🔒 0 Warnings 🛛 🚹 0 Messages	Build + IntelliSense 🔹		Search Error List	- م
Description			Proiec	t File	Line
Output					
Ready		Ln 1	Col 1	Ch 1	INS

这些熔丝定义引导模式、全片擦除、系统外设(BOD 和看门狗)、IDAU(存储器安全属性)和 PAC(外设安全属 性)的配置,必须根据应用需求进行修改。

注: 有关不同 NVM 行和位域的说明,请参见《SAM L10/L11 数据手册》(DS60001513E_CN)的"NVM 行"一章。

更改熔丝配置需要重启器件,因为熔丝由器件启动时执行的引导 ROM 处理。引导 ROM 负责复制不同外设寄存器中熔 丝的配置,然后将配置锁定给任何用户(包括开发人员 A),直到下一次引导为止。

注: 有关 SAM L11 引导 ROM 的说明,请参见《SAM L10/L11 数据手册》(DS60001513E_CN)的"引导 ROM"一章。

UROW 和 BOCOR 模板配置与器件默认熔丝配置类似,其相关的存储器映射如下图所示。



2.3.2.4 安全项目和非安全项目的链接器文件

安全项目和非安全项目都有自己的预配置链接器文件(位于各自的 Device_Startup 目录下)。这些文件的内容与 saml11_urow.h 和 saml11_bocor.h 定义的存储器映射一致,如下图所示。

修改熔丝时,务必确保存储器段定义与新的熔丝设置一致,并且非安全存储空间定义与安全存储空间定义之间不存在 重叠。下图所示为安全存储空间定义。

图 2-12. 安全存储空间定义





图 2-13. 非安全存储空间定义



2.3.3 调试安全解决方案

当器件的 DAL = 2 时,允许调试完整解决方案(安全项目 + 非安全项目)。可按照以下步骤使用 Microchip Studio 7 集成开发环境的调试功能来调试 TrustZone 应用程序。

- 在 Microchip Studio 7 下编译解决方案。
 注:由于解决方案由两个项目组成,因此务必重新编译并装入完整解决方案以确保器件的存储器内容与两个项目的源代码一致。
- 2. 确保调试器连接到计算机和 SAM L11。单击 (Alt + F5)开始调试并在执行安全主函数时自动中断。 图 2-14. 调试并在执行安全主函数时中断



- **3**. 在安全项目 veneer.c 文件中的 *secure_func1* 的返回行添加断点。
 - 图 2-15. secure_func1 返回行上的断点(安全项目)



- 4. 在安全项目 Secure_Functions/secure.c 文件中的 *func1* 的返回行添加断点。
 - 图 2-16. func1 返回行上的断点(安全项目)

SAM L11 Secure Solution v1.21 - AtmelStudio	Standard Mode 🝸 Quick Launch (Ctrl+Q) 🔎 🗕 🗗 🗙
File Edit View VAssistX ASF Project Build Debug Tools Window Help	
💿 🔹 💿 💱 📲 🏪 🖕 🗳 🗳 🐇 🗗 🏦 🥠 + 🤆 + 🔚 🍕 🕨 M Debug 🔹 Debug Browser *	- 📕 _ARM_FEATURE_CMSE - 😽 🖓 🖋 🕲 🔛 🚅 🍊 🊆
🦹 🚧 🧴 = → II 🕨 ↔ 🏌 🗘 🕆 T Hex 🧏 🗊 - 👙 🧊 📾 💭 📓 💭 🏜 🚵 ⋈ 🚚 📟 ATSAML11E16A 🥤 SWE	D on EDBG 🖕
SecureApp saml11e16a_sram.ld startup_saml11e16a.c secure.c + X saml11e16a_flash.ld system_saml11e16a.c	≪ ╤ Solution Explorer 🕫 × 💽 🚽
→ func1	
* See the License for the specific language governing permissions and	Search Solution Explorer (Ctrl+\$)
* limitations under the License.	Solution 'SAM L11 Secure Solution v1.21' (2 projects)
	NonSecureApp
	🔺 🚊 SecureApp
tinglude "cocupe b" /* Wooden file with cocupe interface ADI */	Earlier Dependencies
#Include secure.n / Header file with secure interface API /	 Gutput riles Libraries
Fint func1(int x)	Device_Startup
	👞 🔺 🔛 Secure_Functions
return x + 3;	C secure.c
}	C main.c
La Transition of the second	c veneer.c
□int func2(int x)	h veneer.h
{	
return x - 2;	
128.96 • 1	• • •
	- 1 ×
	• • • ×
Show output from: Debug	
The program [ox3] seconceppier: This exice with code o (ox0).	÷

当调试安全应用程序模板时,只能使用硬件断点在执行安全网关(SG)指令时停止执行代码。使用软件断点意味着在 SG 指令前添加断点(BKP)指令,这将在代码执行期间触发安全故障。为确保正常触发该行为,访问 NSC 区域时执行的第一条指令必须为 SG。

- 5. 单击 **这**或按下<**F**5>, 继续调试。
 - 最终,调试器一定会在执行以下函数时接连停止:
 - 安全函数模板 (安全项目)
 - 安全函数(安全项目)

图 2-17. 在 secure_func1 返回行中断



注: 可通过选择 Debug > Windows > disassembly (调试 > 窗口 > 反汇编) 或按下<Alt + 8>调出包含分步调试 功能的代码反汇编窗口。

图 2-18. Microchip Studio 7 反汇编窗口

My_SAM_L11_Secure_Solution (Debugging) - AtmelStudio Standard Mode 🔽	Quick Launch (Ctrl+Q)			
<u>File Edit View VASsist</u> ASF <u>Project Build Debug Tools Window H</u> elp				
🖉 🗸 🖸 📅 🕶 🏥 🛅 🗝 🎬 🍟 👗 🗗 🗂 🛛 🏸 🗸 🦿 🔚 🔛 🔛 Debug E	Prowser ▼ 💦 👻 👘 👘 👘			
→ ▶ ↔ ‡ ? ↑ ▶ 王 Hex 🄏 🖬 - 🚽 🖫 📾 🛱 🐺 👪 💩 ⊠ 🖕	🗰 ATSAML11E16A 🍟			
Disassembly 🕫 🗙 secure.c 🗯 X 👻	Solution Explorer 👻 👎 🗙			
Address: func1 -	C C 🟠 To - 🗗 🕼 🗡 🗕 🚳 D			
Viewing Options	Search Solution Explorer (Ctrl+\$)			
00007BEA ??? Unknown instruction				
00007BEC ??? Unknown instruction	Solution My_SAM_LTT_Secure_Solution (2 projects)			
00007BEE ??? Unknown instruction	NonSecureApp			
00007BF0 ??? Unknown instruction	Dependencies			
00007BF2 ??? Unknown instruction	Output Files			
00007BF4 ??? Unknown instruction	Libraries			
00007BF6 ??? Unknown instruction	Device_Startup			
0000/BF8 ??? Unknown instruction	c main.c			
0000/BFA fff Unknown instruction	h veneer.h			
agaa7855 D2) Unknown instruction	🔺 📙 SecureApp			
	Dependencies			
00007C04 b.w #-31476	Output Files			
00007C08 sg	Libraries			
00007C0C b.w #-31516	Device Startup			
00007C10 movs r0, r0	Secure Functions			
00007C12 movs r0, r0	c) secure.c			
00007C14 movs r0, r0	b) secure b			
00007C16 movs r0, r0	C main c			
00007C18 movs r0, r0				
00007C1A movs r0, r0				
00007C1C movs r0, r0	in veneer.n			
0000/CIE movs r0, r0	Solution Explorer Properties			
Output				
Show output from: General I and I an				
11:29:37: [WARNING] Unknown breakpoint hit at: 0x27C	▲			
	•			
	▶			
Autos Locals Watch 1 Watch 2 Call Stack Breakpoints Command Window Immediate Window Output Memory 4				
Stopped	ـــــــــــــــــــــــــــــــــــــ			

2.3.4 使用调试访问级别保护安全项目

在双开发人员部署方法中,务必确保在将预编程器件提供给开发人员 B 之前防止安全存储区(安全应用程序)遭到进一步的调试器访问。

这可以通过将调试访问级别(DAL)更改为DAL1来实现。更改调试访问级别时可以使用器件编程工具,具体步骤如下:

- 1. 关闭调试会话(如果运行)。
- 2. 选择 Tools > Device Programming(工具 > 器件编程),打开器件编程工具。
- 3. 将 DAL1 命令发送到目标 SAM L11 器件,如下图所示:
 - a. 选择 EDBG 器件编程工具,然后单击 Apply(应用)。
 - b. 在 Device Signature(器件签名)下,单击 Read(读取)。
 - c. 选择 Memories (存储器)。
 - d. 在 Device (器件)下,选择"Set DAL 1"(设置 DAL 1)。
 - e. 单击 Change DAL(更改 DAL)。
 - f. 验证器件编程工具是否报错。

SAM L11 应用程序开发(开发人员 A 和开发人员 B)

EDBG (ATML31380518000005	22) - Device Programming	?	×
Tool Device EDBG V ATSAML11E164	Interface 3.1 Device signature Target Voltage 3.2 A SWD × Apply 0x20830100 Read 3.3 V Read Image: Control or contro or control or c		
Interface settings 3.4 Tool information	Device (DAL=2) 3.5 Set DAL 1 $\stackrel{\scriptstyle\checkmark}{}$ Change DAL		
Device information	Flash (66 KB)		
Memories 3.3	$\label{eq:c:My_SAM_L11_Secure_Solution} C:\My_SAM_L11_Secure_Solution\SecureApp\Debug\SecureApp\SecureApp\Debug\SecureApp\SecureApp\Debug\SecureApp\Debug\SecureApp\Debug\SecureApp\Debug\SecureApp\Debug\SecureApp\Debug\SecureApp\SecureApp\Debug\SecureApp\Debug\SecureApp\Debug\SecureApp\Debug\SecureApp\SecureApp\Debug\SecureApp\SecureAp$	reApp.e 🎽	
Fuses	Erase Flash before programming Verify Verify	Read.	
Security	Advanced		
	U Advanced		
	User Page (256 bytes)		
		Ŷ	
	✓ Erase User Page before programming Program Verify ✓ Verify User Page after programming Advanced Verify	Read.	
	O Advanced		
	7		
Reading device IDOK 3.	.6		
		_	_
		Clos	e

图 2-19. 使用 Microchip Studio 7 器件编程工具更改 DAL


后续对安全存储区进行的任何调试访问都将被器件拒绝,同时 Microchip Studio 7 将报错,如下图所示。

图 2-21. DAL 保护区域发生启动失败错误

My_SAM_L11_Secure_Solution (Running) - AtmelStudio Standard Mode 🔻	Quick Launch (Ctrl+Q)
File Edit View VAssistX ASF Project Build Debug Tools Window Help	
🐰 😋 🕶 🔄 🕾 📲 🏪 🔛 🏭 💭 🏦 🍠 - 🤍 - 🐻 🔍 🕨 Mil Debug 🛛 - Debug Br	owser * 🗾 🚽 📕 🚆
MI B] ■ → II > A 2 2 2 1 N I Hex 🔏 🖓 + 🚚 🛱 💷 🛱 🐺 🛄 🕍 💭 🚽	🗰 Launching 🚆
veneer.c 🗯 🗙 🚽	Solution Explorer
→ secure func1 → int attribute ((cmse nonsecure entry)) secure func1(int x)	
* distributed under the License is distributed on an AS IS BASIS. WITHOUT	Search Solution Explorer (Ctrl+S)
* WARRANTIES OR CONDITIONS OF ANY KIND, either express or implied.	Solution May SAM L11 Secure Solution' (2 projects)
* See the License for the specific language governing permissions and	Solution My_SAW_ETT_Secure_solution (2 projects)
*	Dependencies
*/	t Files
#include "secure.h" /*	∧ ries
	.c
/* Non-secure callable (er 🛛 🙀 Failed to launch program.	er.h
Error: Loading executable to device failed. Error Error downloading cl	hanges to the p
<pre>device at 00000000-00000400 00007c00-00007d00 00804000-00804100 0080c000-0080c100</pre>	ndencies
[}	ut Files
/* Non-secure callable (er	;e_Startup
Dintattribute((cmse_nd	OK re_Functions
{ return func2(x);	Joure.c
}	h secure.h
	c) veneer.c
	h veneer.h
	Solution Evaluator Descention
100 % •	Properties
Output	~ ₽ ×
Show output from: Debug 🔹 📔 🖆	
	▲
	•
Autos Locals Watch 1 Watch 2 Call Stack Breakpoints Command Window Immediate Window Output Memor	× 4
netre constante materie constante orenpoints communa minator miniator miniator ouper mentor	
	il.



重要: 进一步开发器件需要使用独立的非安全项目。请参见创建和配置非安全项目(开发人员 B)。 要重新使能对安全存储区的调试访问,必须使用器件编程工具发出 ChipErase_ALL 命令 (CE2)。该命令将擦除全部器件存储器和熔丝设置,必须在器件中重新编程安全应用程序。

2.4 开发非安全项目(开发人员 B)

开发人员 B 基于预编程的 SAM L11 器件着手开发,该器件包含具有预定义模板的 DAL1 保护安全项目。更多信息,请参见前一章。

图 2-22. 开发非安全项目(开发人员 B)



在这种情况下,开发人员 A 必须向开发人员 B 提供非安全资源属性说明和非安全可调用函数 API 库。

理想情况下,该方法应是由开发人员 A 向开发人员 B 提供非安全项目模板。以下章节介绍了如何为嵌入了预编程 DAL1 保护安全应用程序的 SAM L11 器件创建和配置非安全项目。

2.4.1 创建非安全项目

要使用 Microchip Studio 7 创建非安全项目,请按照以下步骤操作:

- 1. 打开 Microchip Studio 7。
- 2. 选择 File > New > Project。
- 3. 在 New Project 窗口中,执行以下操作来创建和配置一个新的解决方案:
 - a. 展开 Installed,选择 C/C++。
 - b. 选择 GCC C Executable Project (GCC C 可执行项目)。
 - c. 在 Name、Location 和 Solution name 中输入详细信息(相关示例见下图)。
 - d. 单击 **OK**。

New Project					2 ¥
New Project					: ^
P Recent		Sort by:	Default 🔹 🏭		Search Installed Templates (Ctrl+E)
▲ Installed			GCC C ASF Board Project	C/C++	Type: C/C++
C/C++ Assembler AtmelStudio Solu	tion	GCC	GCC C Executable Project	C/C++	Creates an AVR 8-bit or AVR/ARM 32-bit C project
		ecc	GCC C Static Library Project	C/C++	
		ecc	GCC C++ Executable Project	C/C++	
		ecc	GCC C++ Static Library Project	C/C++	sinclude (avr/in h
			SAM L11 Secure Solution v1.2	C/C++	f main(void) j printf("Hell
		\sim	SAM L11 Secure Solution with Boot v1.0	C/C++	**10
		\odot	Create project from Arduino sketch	C/C++	GCC
<u>N</u> ame:	My_SAM_L11_P	roject			
<u>L</u> ocation:	C:\			•	<u>Browse</u>
Solution na <u>m</u> e:	My_SAM_L11_P	roject			Create directory for solution
					OK Cancel

图 2-23. 使用 Microchip Studio 7 创建 SAM L11 独立非安全项目

在 Device Selection (器件选型) 窗口中选择 ATSAML11E16A 器件, 然后单击 OK。
 图 2-24. 新建 SAM L11 独立非安全项目时的 SAM L11 产品选型

Device Selection						×
Device Family:	All ~			SAML11	×]
Name	App./Boot Memory (Kbytes)	Data Memory (bytes)	EEPROM (bytes)	Device Info:		\sim
ATSAMETID14A ATSAML11D15A ATSAML11D16A ATSAML11E14A ATSAML11E15A ATSAML11E16A	34 66 18 34 66	8192 16384 8192 8192 16384	N/A N/A N/A N/A N/A	Device Name: Speed: Vcc: Family: <u>Device page for ATSAML11E16A</u> <u>Datasheet</u> Supported Tools <u>Atmel-ICE</u> <u>X</u> EDBG <u>X</u> EDBG MSD	N/A N/A SAML1	
				 JTAGICE3 ■ mEDBG Power Debugger J-Link 	Cance	

非安全项目将显示在 Microchip Studio 7 IDE 中,如下图所示。

图 2-25. SAM L11 独立非安全项目

My SAM L11 Project - AtmelStudio	Quick Launch (Ctrl+Q)
Eile Edit View VAscietY ASE Braiest Build Debug Tools Window Help	
- ◎ № 🕑 = → □ ▶ ↔ 🕇 👎 ↑ № Τ Hex 🄏 🍓 - 🖓 🕼 = 🛱 🖗 🗳 🚵 💩 ⋈ 📮	🗰 ATSAML11E16A 🥤 None on 🖕
main.c 😕 🗙	▼ ¶ ×
▼ ♣	▼ ኛ Go 🔹 🗠 🖕 🐨 🗃 👔 🖌 💶 🛞 "
	Search Solution Explorer (Ctrl+\$)
* My_SAM_L11_Project.c	Solution 'My SAM L11 Project' (1 project)
* Created: 2/20/2019 11:51:55 AM	My_SAM_L11_Project
* Author : M43472	📴 Dependencies
[*/	📷 Output Files
	Libraries
#include "sam.h"	Device_Startup
	C main.c
⊡int main(void)	
{	
/* Initialize the SAM system */	
Systeminic(),	
/* Replace with your application code */	
while (1)	
}	
Output	★ - + ×
Show output from: 🔹 🕹 🖆 🐉	
Output	
Ready	

2.4.2 项目配置

创建非安全项目后,按照以下步骤根据预编程安全项目映射和安全网关 API 对其进行配置:

- 配置项目,使其链接器文件与开发人员 A 预定义的安全和非安全存储器属性一致。
- 将安全网关库链接到项目并将模板头文件添加到项目。

2.4.2.1 使项目链接器文件与 SAM L11 非安全存储器属性一致

按照以下步骤根据下图所示的安全和非安全存储空间分配修改非安全解决方案项目链接器文件。

图 2-26. 安全和非安全存储空间



- 1. 打开项目链接器文件: Device Startup/saml1le16a_flash.ld。
 - 图 2-27. 非安全项目链接器文件位置

omega My_SAM_L11_Project - AtmelStudio	Standard Mode 🔻 Qui	ck Launch (Ctrl+Q)	₽ -	□ ×
<u>File Edit View VAssistX ASF Project Build Debug Tools Window H</u> elp				
👘 😋 🕶 🔊 🖓 🕶 🏥 🖆 = 🍟 💾 🔐 🖓 🗇 🗂 🗇 = 🖓 = 🔛 🔜 🔍 🕨 Debu	- Debug Browser	-	- 🖉 📮 🗒 =	€ ∋= <u>"</u>
🕅 🧴 = 🗇 II 🕨 💩 🛨 📪 🏠 💺 🛨 Hex 櫡 📓 - 🚽 💷 📾 📾 🖼 📓	- 🛗 💩 🛛 - 🕻 📟 A	TSAML11E16A 🍸	None on 💂	
samillelfa flash ld 😽 🗶 main c		 Solution Explore 	er	тЛХ
*/	-			
	4			
<pre>/* * Linker script for running in internal FLASH on the ATSAML11E16</pre>	4	Search Solution	Explorer (Ctrl+\$)	<u> </u>
*	*/	Solution 'I	My_SAM_L11_Projec	t' (1 project)
QUITDUIT FORMAT("alf32_littlearm" "alf32_littlearm" "alf32_littlearm")		Dej	pendencies	
OUTPUT_ARCH(arm)		📴 Ou	tput Files	
SEARCH_DIR(.)		🕨 🖂 Lib	raries	
/* Memory Spaces Definitions */		🔺 🗁 De	vice_Startup	
MEMORY			saml11e16a_sram.ld	
{ rom (rx) · ORIGIN = 0x00000000 ENGTH = 0x00010000 /* rom 655	36K */	C	startup_saml11e16a	.c
ram (rwx) : ORIGIN = 0x20000000, LENGTH = 0x00004000 /* ram, 163	34K */	c	system_saml11e16a	.c
}		<u>c</u> ma	iin.c	
/* The stack size used by the application. NOTE: you need to adjust ac	cording to your appli			
31ACK_312C - DEFINED(31ACK_312C) : 31ACK_312C : DEFINED(SCACK_S12C	;			
<pre>/* The heapsize used by the application. NOTE: you need to adjust acco HEAP_SIZE = DEFINED(HEAP_SIZE) ? HEAP_SIZE : DEFINED(heap_size) ?</pre>	<pre>`ding to your applica _heap_size : 0x020</pre>			
/* Section Definitions */				
SECTIONS				
{		-		
100 % - 4	•	•		
Error List				
Entire Solution 🔹 😧 0 Errors 🔒 0 Warnings 🚺 0 Messages Build + IntelliSe	nse 🔹	Searc	h Error List	<u>- م</u>
Description		Project	File	Line
Output				
Ready	Ln 16	Col 37 Cł	n 37	INS

2. 根据 SAM L11 非安全存储器属性更新链接器文件存储空间定义。

```
/* 存储空间定义 */
MEMORY
{
    rom (rx) : ORIGIN = 0x00008000, LENGTH = 0x00008000
ram (rwx) : ORIGIN = 0x20002000, LENGTH = 0x00002000
}
```

图 2-28. 非安全存储器地址和大小定义

🙆 My_SAM_L11_Project - AtmelStudio Standard Mode 🔻 Qu	ick Launch (Ctrl+Q)
File Edit View VAssistX ASF Project Build Debug Tools Window Help	
🍈 💿 + 💿 数 + 🤮 🖆 📽 🕌 👗 🖉 白 🄊 + 🤍 + 🔜 🔍 🕨 Debug 🔹 Debug Browser - 💦 🏓 Insc.puts	- 🗊 🖋 🕲 🖼 🍻 🖬 - 📮 🗄 🦕
🎽 🖬 🍈 = → II 🕨 🚸 🕇 😤 🗽 🔭 🕆 🔭 🗍 Hex 🧏 🖥 - 🍦 🎼 💷 🗰 📾 🗃 🍱 🖕 🏙 🏜 🖓 💭 🏶 ATSAML11E16A 🏋 None on 🖕	
saml11e16a_flash.ld* 👳 🗙 main.c	- Solution Explorer - 🗘 🗙
/*	Solution Txplorer (Ctrl+5)
OUTPUT_FORMAT("elf32-littlearm", "elf32-littlearm", "elf32-littlearm") OUTPUT_ARCH(arm) SEARCH_DIR(.)	Soution my same in project (project)
<pre>/* Memory Spaces Definitions */ MEMORY { rom (rx) : ORIGIN = 0x00008000, LENGTH = 0x00008000 /* rom, 32768K */ ram (rwx) : ORIGIN = 0x20002000, LENGTH = 0x00002000 /* ram, 8192K */ } /* The stack size used by the application. NOTE: you need to adjust according to your application. */ STACK_SIZE = DEFINED(STACK_SIZE) ? STACK_SIZE : DEFINED(_stack_size_) ?stack_size_ : 0x0400; /* The heapsize used by the application. NOTE: you need to adjust according to your application. */ HEAP_SIZE = DEFINED(HEAP_SIZE) ? HEAP_SIZE : DEFINED(_heap_size_) ?heap_size : 0x0200; 128 % - </pre>	☐ samittef6a,fashid ☐ samittef6a,samid < startup.samittef6a.c < system.samittef6a.c < main.c
Front list • 1 ×	4 1
Entre Solution • 🛛 😧 0 Errors 🔄 🔥 0 Warnings 🔛 0 Messages 🛛 Build + IntelliSense • Search Error List 🦻 •	
Description A Project File Line	
Error List Output	
Ready Ln 27	Col 2 Ch 2 INS 🦽

2.4.2.2 将安全网关库添加并链接到非安全项目

按照以下步骤添加并链接开发人员 A 在安全应用程序开发期间生成的安全网关库:

1. 将安全项目 implib 复制到非安全项目中。

图 2-29. 将安全网关库文件添加到非安全项目源中

📙 🕑 📙 🖛 My_SAM_L11_Project				- 0	×
File Home Share View					~ 🕐
← → ~ ↑ 📙 → This PC → Local Disk (C:) → My_S	AM_L11_Project > My_SAM_L11_Project		5 V	Search My_SAM_L11_Project	P
Box ^	Name	Date modified	Туре	Size	
ConsDrive Missoshin Tashnalamu Ing		2/20/2019 11:51 AM	File folder		
S Onebrive - Microchip Technology, Inc	Device_Startup	2/20/2019 11:51 AM	File folder		
💻 This PC	🖸 main	2/20/2019 11:51 AM	C Source File	1 KB	
3D Objects	My_SAM_L11_Project.componentinfo	2/20/2019 11:51 AM	XML Document	8 KB	
Desktop	My SAM L11 Project	2/20/2019 11:51 AM	ATMEL Studio 7.0	8 KB	
	secureapp-cmse-implib.lib	2/20/2019 11:22 AM	LIB File	1 KB	
6 items 1 item selected 316 bytes					

在 Microchip Studio 7 中,右键单击非安全项目,然后选择 Properties (属性)。
 图 2-30. 访问非安全项目属性



- 3. 要添加安全项目库,请选择 ToolChain (工具链)并展开 ARM/GNU Linker (ARM/GNU 链接器),然后选择 Libraries (库)。
- **4**. 单击 **№** (Add Item (添加项) 按钮)。

图 2-31. 将新库添加到链接选项中

My_SAM_L11_Pro	ject		-	×
My_SAM_L11_Project + Build Build Events	Configuration: Active (Debug)	✓ Platfor <u>m</u> : Active (ARM) ✓		•
Toolchain Device	Configuration Manager	APM/CNILLinker 🔿 Librariae		
Packs Advanced	General Output Files ARM/GNU C Compiler General Freprocessor Symbols Directories Continuition	Libraries (-1)		
	Optimization Optimization Oblogging Warnings Miscellaneous ARM/GNU Linker Optimization Varianzation	Library search path (-L)		
	Memory Settings Miscellaneous ARM/GNU Assembler General Debugging ARM/GNU Preprocessing Assen General			
	Symbols Debuqqinq >			

5. 在 Add Libraries (添加库)对话框中,按如下所示输入库名称,然后单击 OK。 图 2-32. 添加安全网关库名称

Add Libraries (-I)		\times
Libraries (-I)		
secureapp-cmse-implib.lib		
	<u>о</u> к	<u>C</u> ancel

- 6. 要添加安全项目库路径,请选择 Toolchain > ARM/GNU Linker > Libraries (工具链 > ARM/GNU 链接器 > 库)。
 - 单击

7.

(Add Item 按钮)。 图 2-33. 添加新的库搜索路径

My_SAM_L11_Proj	ject –	×
Build Build Events	Configuration: Active (Debug) V Platform: Active (ARM) V	
Toolchain*	Configuration Manager	
Tool	ARM/GNU Common General ARM/GNU Linker ⇒ Libraries	
Packs	📝 Output Files Libraries (-I)	
Advanced	ARM/GNU C Compiler	
	Preprocessor secureapp-cmse-implib.lib	
	Symbols	
	☑ Optimization	
	C Debugging	
	Warnings Library search path (-L)	
	GARM/GNU Linker S(ProjectDir)\Device Startup	
	Z General	
	Containes Containes	
	2 Memory Settings	
	GARAN/GNU ASSembler General	
	2 Debugging	
	A MAN/GNU Preprocessing Assen	
	Symbols	
	📝 Débugging 🗸 🗸	
	$\langle \rangle$	

- 8. 在 Add Library search path(添加库搜索路径)对话框中,选择安全项目 implib 的位置。
- 选择 Relative Path (相对路径) 以确保项目可移植性。 9.
- 10. 单击 **OK**。

图 2-34. 输入安全网关库的相对路径

Add Library search path (-L)	×
Library search path (-L)	
C:\My_SAM_L11_Project\My_SAM_L11_Project	I]
✓ Relative Path	
	<u>O</u> K <u>C</u> ancel

11. 链接器库属性将如下图所示:
 图 2-35. 非安全项目链接器库配置

My_SAM_L11_Pro	oject – C	×
My_SAM_L11_Project	<mark>a X</mark>	-
My_SAM_L11_Project • Build Build Events Toolchain Device Tool Packs Advanced	 Configuration: Active (Debug) Platform: Active (ARM) Configuration Manager Configuration Manager ARM/GNU Common General Output Files ARM/GNU C compiler General Preprocessor Symbols Directories Optimization Debugging Warnings Libraries Libraries Libraries Debugging Warnings Directories Optimization S(ProjectDir)\Device_Startup Miscellaneous 	

12. 单击 💾 (Save (保存) 按钮)保存项目设置。

2.4.2.3 添加并包含安全网关头文件

要添加并包含安全网关头文件,请按照以下步骤操作:

将安全项目中的安全网关头文件复制到非安全项目中。
 图 2-36. 将安全网关头文件包含在非安全项目源中

📙 💆 📙 🗢 My_SAM_L11_Project				-	- 🗆	×
File Home Share View						~ ?
\leftarrow \rightarrow \checkmark \uparrow \blacksquare \Rightarrow This PC \Rightarrow Local Disk (C:) \Rightarrow	My_SAM_L1	11_Project > My_SAM_L11_Project >	~ Č	Search My_SAM_	L11_Project	P
🚳 OneDrive - Microchip Technology, Inc	^ Na	me	Date modified	Туре	Size	
This PC		Debug	2/20/2019 11:51 AM	File folder		
		Device_Startup	2/20/2019 11:51 AM	File folder		
3D Objects	്	main	2/20/2019 11:51 AM	C Source File	1	KB
E Desktop		My_SAM_L11_Project.componentinfo	2/20/2019 11:51 AM	XML Document	8	KB
Documents		My_SAM_L11_Project	2/20/2019 2:42 PM	ATMEL Studio 7.0	8	KB
🖶 Downloads		secureapp-cmse-implib lib	2/20/2010 11-22 AM	LIR File	1	KR
👌 Music	ŏ	veneer	2/20/2019 11:04 AM	H File	1	КВ
E Pictures	_					
Videos 7 items 1 item selected 848 bytes	*					

2. 右键单击 Solution Explorer (解决方案资源管理器)中的**非安全项目**,然后选择 *Add > Existing Item* (添加 > 现 有项)。



3. 选择安全网关头文件,然后单击 Add(添加)。

SAM L11 应用程序开发(开发人员 A 和开发人员 B)

图 2-38. 将安全网关头文件包含在非安全项目中

💰 Add Existing Item - My_SAM	I_L11_Project			×
\leftarrow \rightarrow \checkmark \uparrow \square $<$ My_S/	AM_L11_Project > My_SAM_L11_Project >	ٽ ~	Search My_SAM_L1	1_Project 🔎
Organize 🔻 New folder				• 🔳 🕜
🗊 3D Objects 🔷 🔨	Name	Date modified	Туре	Size
📃 Desktop	Debug	2/20/2019 11:51 AM	File folder	
Documents	Device_Startup	2/20/2019 2:47 PM	File folder	
🖶 Downloads	🖸 main	2/20/2019 11:51 AM	C Source File	1 KB
b Music	My_SAM_L11_Project.componentinfo	2/20/2019 11:51 AM	XML Document	8 KB
Pictures	My_SAM_L11_Project	2/20/2019 2:42 PM	ATMEL Studio 7.0	8 KB
Videos	secureapp-cmse-implib.lib	2/20/2019 11:22 AM	LIB File	1 KB
Local Disk (C:)	🗟 veneer	2/20/2019 11:04 AM	H File	1 KB
v				
File <u>n</u> ame	e: veneer	~	All Files (*.*)	\sim
			<u>A</u> dd ▼	Cancel

4. 右键单击 Solution Explorer 中的非安全项目,然后选择 Properties。
 图 2-39. 在 Microchip Studio 7 下访问非安全项目属性

My_SAM_L11_Project - AtmelStudio St	andaro	d Mode 🔻 🛛 Q	uick Launch (Ctrl-	Q)	₽ = ■ ×
File Edit View VAssistX ASF Project Build Debug Tools Window Help					
💿 🔹 🖓 📲 🎦 - 🏩 🔐 🎽 山 白 🗇 - ペー 🔝 🔍 🕨 Debug 🔹 Debug Browser - 👘 🗚 🎜 🗚	outs		- 🗔 🖋	© 📴 🚅	🐝 🖸 📲 📮 🚟 🍟
🕺 🕅 👸 = 📔 🕨 📔 👆 🤃 🔅 🔅 👔 👘 😽 🐻 📲 📲 🍀 🎆 👘 👘 🐨 🌆 📲 🎆 🎆 👘 🎆 👘 👘 🐨 🌉 🖓 👹 🖓 💭 👘 👘					
saml11e16a_flash.ld* 😕 🗙 main.c			 Solution Exp 	lorer	→ ₽ ×
/*			÷ 004	· • •	· @ / _ · ·
* Linker script for running in internal FLASH on the ATSAML11E16A			Search Solut	ion Explorer	(Ctrl+\$) • •
**/			Solutio	n 'My SAM	L11 Project' (1 project)
OUTPUT FORMAT("elf32-littlearm", "elf32-littlearm", "elf32-littlearm")	*3	Build			oject
OUTPUT ARCH(arm)		Rebuild			5
SEARCH DIR(.)		Clean			
		Copy Full Path			IP
/* Memory Spaces Definitions */	٠	Collapse			6a_flash.ld
MEMORY		Scope to This			6a_sram.ld iml11e16a.c
{	đ	New Solution E	xplorer View		ml11e16a.c
rom (rx) : ORIGIN = 0x00008000, LENGTH = 0x00008000 /* rom, 32768K */		Add		•	
- Fam (FWX) : UKIGIN = 0X20002000, LENGTH = 0X00002000 / Fam, 8152K /	۹.,	Add Library			
1	¢	Set as StartUp P	Project		
/* The stack size used by the application. NOTE: you need to adjust according to your applicat:	i 💿	Add Arduino Lil	brary		
<pre>STACK_SIZE = DEFINED(STACK_SIZE) ? STACK_SIZE : DEFINED(stack_size) ?stack_size : 0x04</pre>	4	ASF Wizard			
	4	Board Wizard			
/* The heapsize used by the application. NOTE: you need to adjust according to your application	n	View Example P	roject Help	•	
HEAP_SIZE = DEFINED(HEAP_SIZE) ? HEAP_SIZE : DEFINED(neap_size) ?neap_size : 0x0200;	63	Export Project a	is Extension		
128 %	¥	Cut		Ctrl+X	
Free Dat	X	Remove		Del	
		Rename		F2	
Letter Solution Controls Controls		Unload Project			
Description A Project File	¥	Properties			
	-				
Error List Output					
This item does not support previewing					

AN5365

SAM L11 应用程序开发(开发人员 A 和开发人员 B)

5. 在非安全项目窗口中,选择 Toolchain > ARM/GNU C Compiler > Directories (工具链 > ARM/GNU C 编译器 >

目录),然后单击 (Add Item 按钮)。

图 2-40. 将新的编译器目录添加到非安全项目中

My_SAM_L11_Proj	iect - My_SAM_L11_Project -	×
My_SAM_L11_Project 👳	x	-
My_SAM_L11_Project * Build Build Events Toolchain Device Tool Packs Advanced	Configuration: Active (Debug) ✓ Platform: Active (ARM) Configuration Manager Configuration Manager ARM/GNU Common ARM/GNU C Compiler ⇒ Directories Contiguration Eller ✓ ARM/GNU C Compiler ✓ Preprocessor ✓ Preprocessor ✓ Symbole ✓ Optimization ✓ Debugging ✓ Miscellaneous ✓ ARM/GNU Liber ✓	-

- 6. 在 Add Include Paths(添加包含路径)对话框中,选择 veneer.h 文件的位置。
- 选择 Relative Path 以确保项目可移植性,然后单击 OK。
 图 2-41. 将安全网关库路径包含在编译器目录中

Add Include Paths (-I)	×
Include Paths (-I)	
C:\My_SAM_L11_Project\My_SAM_L11_Project	
	<u>O</u> K <u>C</u> ancel

8. 将显示非安全项目编译器目录属性。

图 2-42. 非安全项目编译器目录参数

👸 My_SAM_L11_Proje	💑 My_SAM_L11_Project - My_SAM_L11_Project 🗕 🗖 🗙					
My_SAM_L11_Project 👳	×					
Build Build Events	Configuration: Active (Debug) V Platform: Active (ARM) V					
Device						
Packs Advanced	Image: Complete and Comple					
	Image: Second secon					

9. 按下 (Save 按钮)保存项目设置。

- 10. 要添加安全网关库,请将突出显示的代码添加到 main.c 文件的开头。
 - 图 2-43. 将 veneer.h 包含在非安全项目 main.c 文件中

My_SAM_L11_Project - AtmelStudio Standar	rd Mode 💙 Quick Launch (Ctrl+Q)	×
<u>File Edit View VAssistX ASF Project Build Debug Tools Window H</u> elp		
🖉 🗢 🗢 🛛 📅 = 🎒 🍐 = 😩 🔛 🚰 🛛 X 🗇 🗇 💙 = 💎 - 🔚 🔍 🕨 Debug	🝷 Debug Browser 👻 🚽 🗾 🖅 🖅	÷ 🚆
📓 🕅 🧴 🗉 🔿 II 🕨 🚓 🛊 😤 🏌 🛣 Hex 櫡 🖬 = 🚽 🏭 📾 🛱 🗐 🖪 🚚	🏙 📩 🛛 🚽 🗰 ATSAML11E16A 🥤 None on 🖕	
main.c* 😕 🗙	Solution Explorer 👻 🕂	
💀 veneer.h 🔹 🗧 h C:\My_SAM_L11_Project\My_SAM_L11_Project\veneer.h	- 🦿 🕝 💿 🏠 🐻 - 🗗 🛐 🖌 🗕 🍭	••
	Search Solution Explorer (Ctrl+\$)	0 -
* My_SAM_L11_Project.c	Solution 'My SAM L11 Project' (1 pro	iect)
* Created: 2/20/2019 11:51:55 AM	My_SAM_L11_Project	,,
* Author : M43472	🔯 Dependencies	
	📃 🔤 Output Files	
	Libraries	
tinclude "sam h" #include "veneer h"	c main.c	
HINCLURE VERCEI IN	b) veneer.h	
⊡int main(void)		
{ /* Initialize the SAM system */		
SystemInit();		
/* Deplace with your application and */		
while (1)		
}		
LJ		
	-	
100 % -		
Error List	~ ┦	×
Entire Solution 🔹 😧 0 Errors 🛕 0 Warnings 🚺 0 Messages Build + IntelliSense	Search Error List	0 -
Description	Project File Line	
Output		
Ready		

- **11**. 单击 (Save 按钮)将修改保存到 main.c 文件中。
- 12. 单击 i (Build Project (编译项目) 按钮)。
- 13. 验证编译过程是否未报错。



重要: 在将项目装入目标 SAM L11 器件之前,务必选中 *Project Properties > Tools > Programing settings*(项目属性 > 工具 > 编程设置),确保编程过程不会在装入应用程序前执行 ChipErase_All命令。理想配置为 "Erase only Program area" (仅擦除编程区域),如下图所示。

图 2-44. 项目编程设置

My_SAM_L11_Project - AtmelStudio Standard Mode ▼ Quick I Eile Edit Yiew VAssistX ASF Project Build Debug Tools Window Help © • ○ 10 • ○ 10 • Debug • Debug • Debug • Debug Browser • NI 0 • 0 • • 10 • • Image: All standard Mode • • Debug • Debug Browser • • NI 0 = + 11 + * * + Hex * • > • > Debug • Debug • Debug • Debug • Debug • Debug • #	Launch (Ctrl+Q)
My_SAM_L11_Project 😕 × SAM L11 Xplained Pro - 0522 👻	Solution Explorer 🛛 👻 🕂 🗙
Build <u>Configuration</u> : N/A V Platform: N/A V	Image: Constraint of the state of
Toolchain Device Tool Packs Advanced SWD Clock Packs Advanced The clock frequency should not exceed target CPU speed * 10. Programming settings Erase only program area * Debug settings Override Vector Table Offset Register exception_table	 Solution 'My_SAM_L11_Project' (1 project) My_SAM_L11_Project Dependencies Dependencies Libraries Libraries Device_Startup main.c veneer.h
	4
Error List	- 4 ×
Entire Solution 🔹 🔀 0 Errors 🔒 0 Warnings 🚺 0 Messages 🛛 Build + IntelliSense 🔹	Search Error List 🖉 🗸
Description	Project File Line
Output	
Ready	A

图 2-45. 非安全项目成功编译

Output	+ □ ×
Show output from: Build	 ↓ 월 월 ▲ ▲ ▲ ○
Using "RunOutputFileVerifyTask" task from assembly " Task "RunOutputFileVerifyTask" task from assembly "	"C:\Program Files (x86)\Atmel\Studio\7.0\Extensions\Application\AvrGCC.dll" [^]
Program Memory Usage : 2168 bytes	3.2 % Full
Data Memory Usage : 2680 bytes	16.4 % Full
Warning: Memory Usage estimation may not Done executing task "PupOutputEileVenifyTask"	t be accurate 1+ there are sections other than .text sections in ELF file
Done building target "CoreBuild" in project "My SAM [1]	Project.coroj".
Target "PostBuildEvent" skipped, due to false condition	; ('\$(PostBuildEvent)' != '') was evaluated as ('' != '').
Target "Build" in file "C:\Program Files (x86)\Atmel\St	udio\7.0\Vs\Avr.common.targets" from project "C:\My_SAM_L11_Project\My_SAM_
Done building target "Build" in project "My_SAM_L11_Proj	ject.cproj".
Done building project "My_SAM_L11_Project.cproj".	
Build succeeded.	
========= Rebuild All: 1 succeeded, 0 failed, 0 skipped	d =======
4	•

14. 启动调试会话并验证项目是否正在工作。



重要: 调试非安全项目需要使用兼容的预编程安全应用程序,该应用程序用于配置并启动非安全执行。如果 MCU 上没有该安全应用程序,则调试过程将挂起。

2.5 开发具有安全引导程序的解决方案(开发人员 A)

SAM L11 器件提供了两个可配置的存储器段来分别存储安全引导程序和非安全引导程序。这两个存储器段均具有 ChipErase_S 和 ChipErase_NS 保护,具体可按下图所示存储安全自举程序代码和非安全自举程序代码。

AN5365

SAM L11 应用程序开发(开发人员 A 和开发人员 B)



除了全片擦除保护之外,产品引导 ROM 还能够在执行前进行完整性检查或验证安全引导段中存储的固件。该验证机制 是在部署和执行安全固件期间确保系统可信根而需考虑的关键要素。

2.5.1 创建具有引导程序的安全解决方案

为了方便开发具有安全引导程序的应用程序,Microchip Studio 7 提供了具有引导模板的预定义安全解决方案。该模板 可用于评估和理解解决方案架构,以及着手开发具有安全引导项目的定制应用程序。下图给出了模板内容以及预配置 项目之间的交互。 图 2-47. 安全解决方案模板内容



要使用 Microchip Studio 7 创建具有引导程序的安全解决方案,请按照以下步骤操作:

- 1. 打开 Microchip Studio 7。
- 2. 选择 File > New > Project。
- 3. 在 New Project 窗口中,执行以下操作来创建和配置一个新的安全解决方案:
 - a. 展开 Installed,选择 C/C++。
 - b. 选择 SAM L11 Secure Solution with Boot(具有引导的 SAM L11 安全解决方案)。
 - c. 在 Name、Location 和 Solution name 中输入详细信息(相关示例见下图)。
 - d. 单击 **OK**。

SAM L11 应用程序开发(开发人员 A 和开发人员 B)

图 2-48. 创建具有引导的安全解决方案

New Project					? ×
Recent		Sort by:	Default 👻 📰 📃		Search Installed Templates (Ctrl+E)
✓ Installed		GCC	GCC C ASF Board Project	C/C++	Type: C/C++ Creates an Atmel Studio TrustZone-based
Assembler AtmelStudio Solut	tion	GCC	GCC C Executable Project	C/C++	Solution which contains a Secure project, a Non-Secure project as well as a Secure Boot project that call back into each other
		GCC	GCC C Static Library Project	C/C++	boot project that can back into each other
		ecc	GCC C++ Executable Project	C/C++	
		ecc	GCC C++ Static Library Project	C/C++	
			SAM L11 Secure Solution v1.2	C/C++	_
			SAM L11 Secure Solution with Boot v1.0	C/C++	4
		\odot	Create project from Arduino sketch	C/C++	
					5
<u>N</u> ame:	My_Secure_Solut	tion_with	Boot		
Location:	C:\			•	Browse
Solution name:	My_Secure_Solut	tion_with	Boot		Create directory for solution
					6 OK Cancel

SAM L11 应用程序开发(开发人员 A 和开发人员 B)

创建后,解决方案将显示在 Microchip Studio 7 IDE 中,如下图所示:

图 2-49. 具有引导的安全解决方案

My_Secure_Solution_with_Boot - AtmelStudio Standard Mode V	Quick Launch (Ctrl+Q)
🖁 😋 🗸 🎯 🏠 📲 🏥 🗳 🕌 🏦 🌐 🏦 🏷 🤊 - C - 🔛 🔍 🕨 Debug 🛛 - Debu	ug Browser 👻 🚽 📻 💾
	🖕 🗰 ATSAML11E16A 🚆
main.c 🕫 X main.c main.c	▼ Solution Explorer ▼ ₽ ×
→ main.c → C:\My_Secure_Solution_with_Boot\My_Secure_Solution_with_Boot\B	Go 🖸 🖸 🟠 🐻 🕶 🗗 🕼 🗡 🗕 🛞 🎽
25 26 /* typedef for non-secure callback functions */ 27 typedef woid (*functs woid) (woid):	Search Solution Explorer (Ctrl+\$) P Search Solution Explorer (Ctrl+\$)
28	Solution My_Secure_Solution_with_Boot (BootSecureApp
29 /* Secure main() */ 30 ⊡int main(void)	 NonSecureApp SourceApp
<pre>31 { 32 funcptr_void Secure_Application_ResetHandler; 33</pre>	SecureApp Dependencies Output Files
<pre>34 /* Initialize the SAM system */ 35 SystemInit(); 26</pre>	 ▷ ibraries ▷ image Device_Startup
<pre>>>>>>>>>>>>>>>>>>>>>>>>>>>>>>>>>>>></pre>)) Secure_Functions)) as_veneer.c
<pre>39 40 /* Start non-secure state software application */ 41 Secure_Application_ResetHandler();</pre>	c main.c
42 43 /* Replace with your SECURE application code */ 44 while (1)	
90 % -	
Output	- I X
Show output from:	
Output Error List Find Résults 1	
Ready	ii.

2.5.2 具有引导的安全解决方案模板说明

Microchip Studio 7 内提供的具有引导代码的 SAM L11 安全解决方案模板与前几章所述的 SAM L11 安全解决方案模板 类似,只是嵌入了安全引导程序(存储在器件的 BS 存储区)。

2.5.2.1 模板安全引导项目说明

解决方案模板中包含的安全引导项目旨在为基于 SAM L11 的安全引导代码开发提供预配置的开发库。该安全项目预配 置为说明基于 SAM L11 的标准安全应用程序的以下方面:

- 安全引导函数示例的定义和声明
- 非安全区域的安全引导网关(模板)的定义和声明
- 对安全应用程序的安全调用

下图所示为预配置安全项目的文件架构:

图 2-50. 安全引导项目架构



2.5.2.2 模板 NVM 熔丝配置

下图给出了默认的 USERROW 和 BOCOR 模板设置及相关的存储器映射。

图 2-51. 具有引导代码映射的默认安全解决方案



下表列出了 BOCOR 熔丝设置。

表 2-1. BOCOR 熔丝设置

熔丝	值	配置
BNSC	0x30	引导闪存非安全可调用大小 = BNSC*0x20 = 0x600
BS	0x10	引导闪存安全大小 = BS*0x100 = 0x1000
вооторт	0x00	无安全引导验证
BOOTPROT	0x10	引导保护大小 = BOOTPROT*0x100 = 0x1000

AN5365

SAM L11 应用程序开发(开发人员 A 和开发人员 B)

(续)									
熔丝	值	配置							
BCWEN	0x01	使能引导配置写操作							
BCREN	0x01	吏能引导配置读操作							
CEKEY0	全1	CE0 密钥 = 全 1							
CEKEY1	全1	CE1 密钥=全1							
CEKEY2	全1	CE2 密钥 = 全 1							
BOOTKEY	全1	引导密钥 = 全 1							

下表列出了 UROW 熔丝设置。

表 2-2. UROW 熔丝设置

熔丝	值	配置
SULCK_BS	0x1	BS 区域未锁定
SULCK_AS	0x1	AS 区域未锁定
SULCK_DS	0x1	DS 区域未锁定
NSULCK_BNS	0x1	BNS 区域未锁定
NSULCK_ANS	0x1	ANS 区域未锁定
NSULCK_DNS	0x1	DNS 区域未锁定
BOD33_LEVEL	0x6	BOD33 阈值 = 0x6
BOD33_DISABLE	0x0	使能 BOD33
BOD33_ACTION	0x1	BOD 操作 = RESET
WDT_RUNSTDBY	0x0	在待机休眠期间禁止 WDT
WDT_ENABLE	0x0	禁止 WDT
WDT_ALWAYS_ON	0x0	通过 ENABLE 位使能/禁止 WDT
WDT_PER	0xB	WDT 超时周期 = 0xB
WDT_WINDOW	0xB	窗口模式超时周期 = 0xB
WDT_EWOFFSET	0xB	预警中断时间偏移 = 0xB
WDT_WEN	0x0	禁止 WDT 窗口
BOD33_HYST	0x0	无 BOD33 滞后
RXN	0x1	RAM 不可执行
DXN	0x1	数据闪存不可执行
AS	0x10	闪存应用程序安全大小 = AS*0x100 = 0x1000
ANSC	0x30	闪存应用程序非安全可调用大小 = ANSC*0x20 = 0x600
DS	0x08	数据闪存安全大小 = DS*0x100 = 0x800
RS	0x40	RAM 安全大小 = RS*0x80 = 0x2000
URWEN	0x1	使能用户行写操作

AN5365

SAM L11 应用程序开发(开发人员 A 和开发人员 B)

(续)		
熔丝	值	配置
NONSECA	0x0000 0000	外设安全
NONSECB	0x0000 0000	外设安全
NONSECC	0x0000 0000	外设安全

为了方便定义和修改应用程序熔丝,所有熔丝值均在 saml11_bocor.h 和 saml11_urow.h 中定义,如下图所示。 这些熔丝值可根据应用要求进行修改。

图 2-52. SAM L11 熔丝定义

Elle Edit Yeew VAsist2 ASF Project Build Debug Tools Window Help Image: Section 2.0 - Control 1.0 - Contro 1.0 - Contro 1.0 - Control 1.0 - Control 1.0 - Control	ő	SAMI	L11_BS_AS	S_ANS_templa	te - Atme	Studio								S	tandard Mo	de 🔻	Quick	Launch (C	Ctrl+Q)	P		×
Image: Section Control in the section of the secti	<u>F</u> ile	<u>E</u> dit	View	VAssist <u>X</u>	ASF P	roject	<u>B</u> uild [<u>)</u> ebug	Tools V	<u>N</u> indow	<u>H</u> elp											
Nu Nu <th< td=""><td>8 6</td><td>- 0</td><td>*7 -</td><td>8) %n - 🖆</td><td>12</td><td>X fi</td><td>a b</td><td>• CI •</td><td>0</td><td>D DI</td><td>Debug</td><td></td><td>Debug Bro</td><td>wser •</td><td></td><td></td><td>-</td><td>SECTIO</td><td>N DMAC</td><td>DESCRIPTOR</td><td>- 51</td><td>• 8 •</td></th<>	8 6	- 0	*7 -	8) %n - 🖆	1 2	X fi	a b	• CI •	0	D DI	Debug		Debug Bro	wser •			-	SECTIO	N DMAC	DESCRIPTOR	- 51	• 8 •
fues_settingsh samll1_bococh samll1_clo_flashId samll1_clo_flashId samll1_clo_flashId fues_settingsh samll1_clo_flashId samll1_clo_flashId samll1_clo_flashId samll1_clo_flashId 1 samll_clo_flashId samll1_clo_flashId samll1_clo_flashId samll1_clo_flashId 3 saffine URAU_LURAU_L samll1_clo_flashId samll1_clo_flashId samll1_clo_flashId 3 saffine URAU_LURAU_L samll1_clo_flashId samll1_clo_flashId samll1_clo_flashId 3 saffine URAU_LURAU_L samll1_clo_flashId samll1_clo_flashId samll1_clo_flashId 3 saffine URAU_SULCL_DS 0x1 /* 0x0 = BS region is locked ; 0x1 = BS region is not locked / samll1_clo_flashId 3 saffine URAU_LSULCL_DS 0x1 /* 0x0 = BDS region is not locked / samll1_clo_flashId samll1_clo_flash	20					100 L		~ _	8			ل ب ک	Let Star St									Ŧ×Ŧ
fuess_settings_h saml11_bookh* * saml11_bookh saml11_bookh solution Explorer - 30 =#ifndef SMIL1_UROM_H_ * solution Explorer * Solution Explorer * 31 staffine UROM_SUCK_SS 0x1 /* 0x0 = 05 region is not locked */ * Solution Explorer		Ð		▶ ↔	1 4	5 R - 3	1 Hex	6 4	* - 8 4≋		···· 🖪 ;	: 🖬 🛙	2 ∞ _∓ 8	AISA	AML11E16A	SWD	on EDE	BG (ATML)	000000000	0000202) =		
30 =#1fndef SAVLL1_URON_H_ 31 fadefine SAVLL1_URON_H_ 32 fadefine VRON_SULCK_BS 0x1 /* 0x0 = BS region is locked ; 0x1 = BS region is not locked */ 31 fadefine VRON_SULCK_SS 0x1 /* 0x0 = AS region is locked ; 0x1 = BS region is not locked */ 32 fadefine VRON_SULCK_SS 0x1 /* 0x0 = AS region is locked ; 0x1 = BS region is not locked */ 32 fadefine VRON_SULCK_SS 0x1 /* 0x0 = AS region is locked ; 0x1 = DS region is not locked */ 33 fadefine VRON_SULCK_SS 0x1 /* 0x0 = BNS region is not locked */ 34 fadefine VRON_SULCK_SS 0x1 /* 0x0 = DNS region is not locked */ 36 datefine VRON_SULCK_NS 0x1 /* 0x0 = DNS region is not locked */ 36 datefine VRON_SULCK_NS 0x1 /* 0x0 = DNS region is not locked */ 36 datefine VRON_SULCK_NS 0x1 /* 0x0 = DNS region is not locked */ 37 datefine VRON_SULCK_NS 0x1 /* 0x0 = NOT region is not locked */ 38 datefine VRON_SULCK_NS 0x1 /* 0x0 = NOT region is not locked */ 37 datefine VRON_SULCK_NS 0x1 /* 0x0 = NOT region is not locked */ 38<	fuses	_settin	igs.h	saml11_ur	ow.h* ⊹¤	× san	nl11_bocor	.h	saml11e	16a_flash.	ld	saml11e	16a_flash.ld			÷	Soluti	on Explore	er			Ψ×
30 cstiftned# SANL11_UROU_H_ 31 sterine VROU_SULCK_DS 0x1 /* 0x0 = 85 region is locked ; 0x1 = 85 region is not locked */ 33 sterine UROU_SULCK_DS 0x1 /* 0x0 = 85 region is locked ; 0x1 = 85 region is not locked */ 35 sterine UROU_SULCK_DS 0x1 /* 0x0 = 805 region is locked ; 0x1 = 805 region is not locked */ 36 sterine UROU_SULCK_DS 0x1 /* 0x0 = 805 region is locked ; 0x1 = 805 region is not locked */ 37 sterine UROU_SULCK_DS 0x1 /* 0x0 = 805 region is locked ; 0x1 = 805 region is not locked */ 38 sterine UROU_SULCK_DS 0x1 /* 0x0 = 805 region is locked ; 0x1 = 805 region is not locked */ 38 sterine UROU_SULCK_DS 0x1 /* 0x0 = 8005 region is locked ; 0x1 = 805 region is not locked */ 48 sterine UROU_SUSICK_DS 0x1 * 0x0 = 8003 reshold silesbed */ @ 49 sterine UROU_SUSICK_DS 0x1 * 0x0 = 8003 reshold silesbed */ @ @ 41 sterine UROU_SUSICK_DS 0x1 * 0x0 = 8003 reshold silesbed */ @ @ @ @ @ @ @ @ @ @ @ @ @ @ @ @				•	÷											- ኛGo	G	o ∆ l '	0 - D	a / -	(13 D	
<pre>31 define UROW_SULCK_RS</pre>		30 😑	#ifndef	SAML11_UROW	_H_											÷	Secure	h Solution	- Evelorer ((Chulle S)	Land I	0
<pre>32 34 define UROM_SULCK_BS 0x1 /* 0x0 = BS region is locked ; 0x1 = BS region is not locked */ 45 define UROM_SULCK_DS 0x1 /* 0x0 = BS region is locked ; 0x1 = AS region is not locked */ 56 define UROM_SULCK_DNS 0x1 /* 0x0 = BS region is locked ; 0x1 = BS region is not locked */ 36 define UROM_SULCK_NNS 0x1 /* 0x0 = ANS region is locked ; 0x1 = BNS region is not locked */ 37 define UROM_SULCK_NNS 0x1 /* 0x0 = ANS region is locked ; 0x1 = BNS region is not locked */ 48 define UROM_SULCK_NNS 0x1 /* 0x0 = ANS region is locked ; 0x1 = BNS region is not locked */ 49 define UROM_SULCK_NNS 0x1 /* 0x0 = ANS region is locked ; 0x1 = ANS region is not locked */ 41 define UROM_BOD3_LIXLL 0x0 0x1 /* 0x0 = ANS region is locked ; 0x1 = ANS region is not locked */ 41 define UROM_BOD3_LIXLL 0x0 0x1 /* 0x0 = ANS region is locked ; 0x1 = ANS region is not locked */ 43 define UROM_UROJ_CALTE_PARAWS 0x00F /* 0x0 = ANS region is locked ; 0x1 = ANS region is not locked */ 43 define UROM_UROJ_CALTE_PARAMS 0x00F /* 0x0 = ANDT enabled during tenders / 44 define UROM_UROJ_CALTANTSOFY 45 define UROM_UDT_ENDER 46 define UROM_UDT_ENDER 47 define UROM_UDT_ENDER 48 define UROM_UDT_ENDER 48 define UROM_UDT_ENDER 49 define UROM_UDT_ENDER 40 define UROM_UDT_ENDER 50 % * (* 0x 0 to 0x8 = Hi/D Wode Time-Out Period */ 49 define UROM_UDT_ENDER 50 % * (* 0x 0 to 0x8 = Hi/D Wode Time-Out Period */ 40 define UROM_UDT_ENDER 50 % * (* 0x 0 to 0x8 = Hi/D Wode Time-Out Period */ 40 define UROM_UDT_ENDER 50 % * (* 0x 0 to 0x8 = Hi/D Wode Time-Out Period */ 40 define UROM_UDT_ENDER 50 % * (* 0x 0 to 0x8 = Hi/D Wode Time-Out Period */ 40 define UROM_UDT_ENDER 50 % * (* 0x 0 to 0x8 = Hi/D Wode Time-Out Period */ 40 define UROM_UDT_ENDER 50 % * (* 0x 0 to 0x8 = Hi/D Wode Time-Out Period */ 40 define UROM_UDT_ENDER 50 % * (* 0x 0 to 0x8 = Hi/D Wode Time-Out Period */ 40 define UROM_UDT_ENDER 50 % * (* 0x 0 to 0x8 = HI/D Wode Time-Out Period */ 40 define UROM_UDT_ENDER 50 % * (* 0x 0 to 0x8 = HI/D Wode Time-Out Period */ 40 define UROM_UDT_ENDER 50 % * (* 0</pre>		31	#define	SAML11_UROW	_H_												Search	n solution	explorer	(Cui+3)		10.1
33 #define UROW_SULCK_AS 0x1 /* 0x8 = 0S region is not locked */ 34 #define UROW_SULCK_AS 0x1 /* 0x8 = AS region is locked ; 0x1 = AS region is not locked */ 35 #define UROW_SULCK_AS 0x1 /* 0x8 = AS region is locked ; 0x1 = AS region is not locked */ 35 #define UROW_INSULCK_ANS 0x1 /* 0x8 = AS region is locked ; 0x1 = ANS region is not locked */ 36 #define UROW_INSULCK_ANS 0x1 /* 0x8 = NDS region is locked; 0x1 = ANS region is not locked */ 36 #define UROW_B0033_LEVEL 0x6 /* 0x8 = NDS region is locked; 0x1 = ANS region is not locked */ 36 #define UROW_B0033_INSULCK_ANS 0x1 /* 0x8 = NDS region is not locked */ 37 #define UROW_B0033_LEVEL 0x6 /* 0x8 = NDS region is not locked */ 40 #define UROW_B0033_LEVEL 0x6 /* 0x8 = NDS region is not locked */ 41 #define UROW_B0033_LEVEL 0x6 /* 0x8 = NDT fine-Out Particle ////>///////////////////////////////		32															🖉 🧟	Solution 'S	SAML11_B	S_AS_ANS_ter	nplate' (3	prc 🔶
<pre>34 Bother URGM_SULCK_DS 041 /* 0x0 = AS region is locked; 0x1 = AS region is not locked */ 35 Bother URGM_SULCK_DS 041 /* 0x0 = DS region is locked; 0x1 = BS region is not locked */ 37 Bother URGM_SULCK_DNS 041 /* 0x0 = BNS region is locked; 0x1 = BNS region is not locked */ 38 Bother URGM_BOD33_LEVEL 0x6 /* 0x0 = BOD33 threshold =Vex1 */ 40 Bother URGM_BOD33_LEVEL 0x6 /* 0x0 = BOD33 threshold =Vex1 */ 41 Bother URGM_BOD33_LEVEL 0x6 /* 0x0 = BOD33 threshold =Vex1 */ 42 Bother URGM_BOD33_LEVEL 0x6 /* 0x0 = BOD33 threshold =Vex1 */ 43 Bother URGM_BOD33_LEVEL 0x6 /* 0x0 = BOD33 threshold =Vex1 */ 44 Bother URGM_BOD33_LEVEL 0x6 /* 0x0 = BOD33 threshold =Vex1 */ 45 Bother URGM_BOD33_LEVEL 0x6 /* 0x0 = NOT disabled ; 0x1 = BOD33 disabled */ 46 Bother URGM_BOD33_LEVEL 0x6 /* 0x0 = NOT disabled is 0x1 = BOD33 disabled uring 46 Bother URGM_NOT_ENABLE 0x8 /* 0x0 = NOT disabled dirong ENABLE bit; 0x1 =NOT enabled during 46 Bother URGM_NOT_ENABLE 0x8 /* 0x0 = NOT disabled through ENABLE bit; 0x1 =NOT enabled during 46 Bother URGM_NOT_ENABLE 0x8 /* 0x0 = NOT disabled through ENABLE bit; 0x1 =NOT enabled uring 46 Bother URGM_NOT_ENABLE 0x8 /* 0x0 = NOT disabled through ENABLE bit; 0x1 =NOT enabled */ 47 Bother URGM_NOT_ENABLE 0x8 /* 0x0 = NOT disabled is 0x1 = BOD33 hysteresis disabled */ 48 Bother URGM_NOT_ENABLE 0x8 /* 0x0 = NOT disabled is 0x1 = BOD33 hysteresis disabled */ 49 Bother URGM_NOT_ENABLE 0x8 /* 0x0 = NOT menabled/disabled through ENABLE bit; 0x1 NOT can only t 40 Bother URGM_NOT_ENABLE 0x8 /* 0x0 = NOT menabled dire-0ut Period */ 40 Bother URGM_NOT_ENABLE 0x8 /* 0x0 = NOT menabled */ 40 Bother URGM_NOT_ENABLE 0x8 /* 0x0 = NOT menabled */ 40 Bother URGM_BOT3_HYST 0x0 /* 0x0 = BOD33 hysteresis enabled; 0x1 = BOD33 hysteresis disabled */ 40 Bother URGM_BOT3_HYST 0x0 /* 0x0 = BOD33 hysteresis enabled; 0x1 = BOD33 hysteresis disabled */ 40 Bother URGM_BOT3_HYST 0x0 /* 0x0 = BOD33 hysteresis enabled; 0x1 = BOD33 hysteresis disabled */ 40 Bother URGM_BOT3_HYST 0x0 /* 0x0 = BOD33 hysteresis enabled; 0x1 = BOD33 h</pre>		33	#define	UROW_SULCK_	BS		0x1	/* 0x0	0 = 85 re	gion is	Locked	; 0x1 =	BS region	is not	locked */			BootSe	cureApp			- 11
<pre>35 Hetrine UROW_NOLLCK_DIS 0x1 /* 0x0 = DNS region is locked; 0x1 = BNS region is not locked */ 36 #define UROW_NOLLCK_ANS 0x1 /* 0x0 = NNS region is locked; 0x1 = ANS region is not locked */ 39 #define UROW_BOD33_LEVEL 0x6 /* 0x0 = DNS region is locked; 0x1 = ANS region is not locked */ 41 #define UROW_BOD33_LEVEL 0x6 /* 0x0 = DNS region is locked; 0x1 = NNS region is not locked */ 42 #define UROW_BOD3_DISABLE 0x0 /* 0x0 = DNS region is locked; 0x1 = NNS region is not locked */ 43 #define UROW_BOD3_LEVEL 0x6 /* 0x0 = DNS region is locked; 0x1 = NNS region is not locked */ 44 #define UROW_BOD3_LEVEL 0x6 /* 0x0 = DNS region is locked; 0x1 = NNS region is not locked */ 44 #define UROW_BOD3_LEVEL 0x6 /* 0x0 = DNS region is not locked */ 45 #define UROW_BOD3_LEVEL 0x6 /* 0x0 = DNS region is not locked */ 46 #define UROW_BOD3_LEVEL 0x6 /* 0x0 = DNS region is not locked */ 47 #define UROW_BOD3_LEVEL 0x6 /* 0x0 = DNS region is not locked */ 48 #define UROW_MOT_WIT_NUNTEV 0x0 0x6 /* 0x0 = NOT region is not locked */ 49 #define UROW_MOT_PER 0x8 /* 0x0 = NOT disabled uring standay sleep ; 0x1 = NOT enabled during time of the UROW_MOT_WIT_DNS 0N 0x6 /* 0x0 = DNS region Time-Out Period */ 48 #define UROW_MOT_PER 0x8 /* 0x0 to 0x8 = BNO Time-Out Period */ 48 #define UROW_MOT_WIT_NUNT 0x0 0x6 /* 0x0 = BNOT windows disabled; 0x1 = BOD3 hysteresis disabled */ 49 #define UROW_BOD3_HYST 0x0 0* 0* 0* 0* 0* DT windows disabled; 0x1 = BOD3 hysteresis disabled */ 49 #define UROW_BOD3_HYST 0x0 0* 0* 0* 0* BENT windows disabled; 0x1 = BOD3 hysteresis disabled */ 49 #define UROW_BOD3_HYST 0x0 0* 0* 0* 0* BENT windows disabled; 0x1 = BOD3 hysteresis disabled */ 40 #define UROW_BOD3_HYST 0* 0* 0* 0* 0* BENT windows disabled; 0x1 = BOD3 hysteresis disabled */ 40 #define UROW_BOD3_HYST 0* 0* 0* 0* 0* BENT windows disabled; 0* PT windows disabled */ 40 #define UROW_BOD3_HYST 0* 0* 0* 0* 0* 0* 0* BENT windows disabled; 0* PT windows disabled */ 40 #define UROW_BOD3_HYST 0* 0* 0* 0* 0* 0* 0* 0* 0* 0* 0* 0* 0*</pre>		34	#define	UROW_SULCK_	AS		0X1	/* 0x0	a = AS ne	gion is	тоскед	; 0X1 =	AS region	15 NOT	TOCKED */			NonSe	cureApp			- 11
30 Her ine URXM_NOULCK_ONS 0x1 /* 0x0 = ANS region is locked; 0x1 = ANS region is not locked */ 37 #define URXM_NOULCK_ONS 0x1 /* 0x0 = ANS region is locked; 0x1 = ANS region is not locked */ 39 #define URXM_NOULCK_ONS 0x1 /* 0x0 = DNS region is locked; 0x1 = ANS region is not locked */ 39 #define URXM_BO033_LTVEL 0x6 /* 0x0 = DNS: region is locked; 0x1 = DNS region is not locked */ 41 #define URXM_BO033_LTVEL 0x6 /* 0x0 = DNS: region is not locked */ 42 #define URXM_BO033_LTVEL 0x0 /* 0x0 = DNS: region is not locked */ 43 #define URXM_BO033_LTVEL 0x0 /* 0x0 = DNS: region is not locked */ 44 #define URXM_BO033_LTVEL 0x0 /* 0x0 = NDT is obsted is 0x1 = NDT renabled */ 44 #define URXM_MOT_ENABLE 0x0 /* 0x0 = NDT isolabed is 0x1 = NDT enabled */ 45 #define URXM_MOT_ENANSTOW 0x8 /* 0x0 = NDT isolabed is 0x1 = NDT windows enabled */ 46 #define URXM_MOT_ENABLE 0x8 /* 0x0 = DOT isolabed is 0x1 = NDT windows enabled */ 46 #define URXM_MOT_ENABLE 0x8 /* 0x0 = DOT windows disabled is 0x1 = NDT windows enabled */ 47 #define URXM_BOTENENFET		20	#define	UROW_SULCK_	PNC		0x1	/* 0x0	a = DS re	gion is	locked	; 0XI =	DS region	is not .	t locked ~/	*/	4	Secure	Арр			- 11
38 Heffine UROW_ISULCX_MIS 0.1 /* 0x0 = NIS region is ind tocked */ Image: Constraints Image: Constraint		27	#define	UROW_NSULCK			011	/* 000		egion is	locked	, 0/1 -	ANS regio	n 15 no	t locked	*/		📾 Der	hendencie	ic .		- 11
39 #define UNON_BOD33_LEVEL 0x6 /* 0x6 to 0x1F = 00033 threshold level */ 40 #define UNON_BOD33_DISABLE 0x0 /* 0x0 = 00033 threshold level */ 41 #define UNON_BOD33_DISABLE 0x0 /* 0x0 = NOO33 enabled ; 0x1 = NOO33 disabled */ 42 #define UNON_BOD33_LCTION 0x1 /* 0x0 = NOO1 change) */ 43 #define UNON_DOT_RUNSTEDY 0x00 + NOT change) */ 44 #define UNON_UDT_RUNSTEDY 0x00 + NOT disabled invoigs thandby sleep ; 0x1 = NOT enabled during 45 #define UNON_UDT_RUNSTEDY 0x00 + NOT disabled invoigs thandbud sleep ; 0x1 = NOT can only t 46 #define UNON_UDT_RUNSTEDY 0x00 + NOT disabled wind time-Out Period */ 47 #define UNON_UDT_RUNSTEDY 0x8 /* 0x00 + 0x8 = NOT mine-Out Period */ 48 #define UNON_UDT_RUNSTEST 0x8 /* 0x00 + 0x8 = Larly Warning Interrupt Time Offset */ 49 #define UNON_UDT_RUNSTEST 0x8 /* 0x00 + 0x8 = Larly Warning Interrupt Time Offset */ 90 %define UNON_UDT_RUNSTEST 0x8 /* 0x00 + 0x01 siabled i; 0x1 = B0033 hysteresis disabled */ 90 %define UNON_UDT_RUNSTEST 0x8 /* 0x00 + 0X01 siabled i; 0x1 = B0033 hysteresis disabled */ 90		38	#define		DNS		0v1	/* 0x0		egion is	locked	· 0x1 =	DNS regio	n is no	t locked	*/			tout Filer	-		- 11
40 #define UROW_B0033_DISABLE 0x8 /* 0x0 = 80033 enabled ; 0x1 = 80033 disabled */ 41 #define UROW_B0013_ACTION 0x1 /* 0x0 = 80018 ; 0x1 = 80033 enabled ; 0x1 = 80033 disabled */ 42 #define UROW_B0012_ALIE_PARAMS 0x0 = /* 0x0 = 100T disabled during standby sleep ; 0x1 = NDT enabled during INT */ 44 #define UROW_NOT_ENBALE 0x80 /* 0x0 = NDT enabled /isabled through ENABLE bit ; 0x1 NDT can only t Inter-0ut Period */ 45 #define UROW_NOT_ENBALE 0x8 /* 0x0 = NDT enabled/disabled through ENABLE bit ; 0x1 NDT can only t Isamlileba_fish.Id Isamlileba_fish.Id 46 #define UROW_NOT_ENBALE 0x8 /* 0x0 to 0x8 = NDT Time-Out Period */ Isamlileba_fish.Id Isamlileba_fish.Id 47 #define UROW_NOT_NUMON 0x8 /* 0x0 to 0x8 = Early Warning Interrupt Time Offset */ Isamlileba_fish.Id Isamlileba_fish.Id 49 #define UROW_NOT_NUMON 0x8 /* 0x0 to 0x8 = HDT winneout Period */ Isamlileba_fish.Id Isamlileba_fish.Id Isamlileba_fish.Id 90 % * #define UROW_NOT_NUMON 0x8 /* 0x0 to 0x8 = NDT winneout Period */ Isamlileba_fish.Id Isamlileba_fish.Id Isamlileba_fish.Id Isamlileba_fish.Id 90 % * #define UROW_NOT_NUMON 0x8 /* 0x0 to 0x8 = NDT winneout Period */ Is		39	#define	UROW BOD33	LEVEL		0x6	/* 0x0	to 0x1F	= BOD33	3 thresh	old leve	1 */		e ioeneu	1			uput mes			- 11
41 #define UROW_BOD3_ACTION 0x1 /* 0x0 = NONE ; 0x1 = RESET ; 0x2 = INT */ 42 #define UROW_BOD12_CALIB PARAMS 0x08F /* 0x0 = NONE ; 0x1 = RESET ; 0x2 = INT */ 43 #define UROW_BOD12_CALIB PARAMS 0x08F /* 0x0 = NOT change) */ isabled during standby sleep ; 0x1 = NOT enabled during 44 #define UROW_NOT_RUNDTAK 0x08 /* 0x0 = NOT disabled / sol = NOT enabled */ isamill_bocor.h 45 #define UROW_NOT_RUNDTAK 0x08 /* 0x0 = NOT disabled /slabled through ENABLE bit ; 0x1 MDT can only t isamill_too.r 46 #define UROW_NOT_KINDTAK 0x8 /* 0x0 = 0x0 = Rest VI mode Time-Out Period */ isatup_samillel6a.c 47 #define UROW_NOT_WOT_KINDTAK 0x8 /* 0x0 = 0x0 = Rest VI mindows disabled ; 0x1 = BOD3 hysteresis disabled */ isatup_samillel6a.c 49 #define UROW_NOT_WOT_SUPPR 0x80 /* 0x0 = 0x03 hysteresis enabled ; 0x1 = BOD3 hysteresis disabled */ isatup_samillel6a.c 90 %6 4 Image: None I = Rest VI mindows disabled ; 0x1 = BOD3 hysteresis disabled */ isatup_samillel6a.c 90 %6 4 Image: None I = Rest VI mindows disabled ; 0x1 = BOD3 hysteresis disabled */ isatup_samillel6a.c 90 %6 4 Image: None VI = Rest VI = Rest VI = Res		40	#define	UROW BOD33	DISABLE		0x0	/* 0x0	a = BOD33	enabled	i : 0x1	= BOD33	disabled *	•/			Ľ.					- 11
42 #define UR0W_BOD1_CALIB_PARANS 0x88F /* (Do not change) */ 43 #define UR0W_HOT_RNAWS 0x88 /* 0x0 = WOT disabled during standby sleep ; 0x1 = WOT enabled during 44 #define UR0W_HOT_RNAWS_ON 0x0 /* 0x0 = WOT disabled j ; 0x1 = HOT enabled */ 45 #define UR0W_HOT_RNAWS_ON 0x0 /* 0x0 = WOT enabled fisabled i hrough ENABLE bit ; 0x1 WDT can only t 46 #define UR0W_HOT_VER 0x0 to 0x8 = WIDT rime-Out Period */ 47 #define UR0W_HOT_WIDT 0x8 /* 0x0 to 0x8 = WIDT rime-Out Period */ 48 #define UR0W_HOT_WIDT 0x8 /* 0x0 to 0x8 = Early Marning Interrupt Time Offset */ 49 #define UR0W_HOT_WIDT 0x8 /* 0x0 = NOT and/oxs disabled ; 0x1 = BOD33 hysteresis disabled */ 58 #define UR0W_HOT_WIDT 0x8 /* 0x0 = NOT and/oxs disabled ; 0x1 = BOD33 hysteresis disabled */ 59 * 4x0 = NOT */ 59 * * 50 * * 50 * * 50 * * 50 * * 50 * * 50 * * 50 * * 50 * </td <td></td> <td>41</td> <td>#define</td> <td>UROW BOD33</td> <td>ACTION</td> <td></td> <td>0x1</td> <td>/* 0x0</td> <td>9 = NONE</td> <td>: 0x1 =</td> <td>RESET :</td> <td>0x2 = I</td> <td>NT */</td> <td></td> <td></td> <td></td> <td>1</td> <td>Dev</td> <td>lice_Startu</td> <td>qu</td> <td></td> <td>- 11</td>		41	#define	UROW BOD33	ACTION		0x1	/* 0x0	9 = NONE	: 0x1 =	RESET :	0x2 = I	NT */				1	Dev	lice_Startu	qu		- 11
43 #define UROU_UDT_ENUSTDBY 0x0 /* 0x0 = NDT disabled uring standby sleep ; 0x1 = NDT enabled during factions 44 #define UROU_UDT_ENABLE 0x0 /* 0x0 = NDT enabled / disabled through ENABLE bit ; 0x1 NDT can only the faction UROU_NDT_ENABLE 0x0 /* 0x0 = NDT enabled / disabled through ENABLE bit ; 0x1 NDT can only the faction UROU_NDT_ENABLE 0x0 /* 0x0 = NDT enabled / disabled through ENABLE bit ; 0x1 NDT can only the faction UROU_NDT_ENOFTSET 0x8 /* 0x0 to 0x8 = NDT time-Out Period */ 0x0 to 0x8 = Early Warning Interrupt Time Offset */ 0x0 to 0x0 = NDT windows disabled ; 0x1 = NDT windows enabled */ 0x0 system_samille16a.c 49 #define UROU_NDT_ENOFTSET 0x8 /* 0x0 = NDT windows disabled ; 0x1 = NDT windows enabled */ 0x0 systemer.c 0x0 systemer.c 90 %0 * 0x0 = NDT windows disabled ; 0x1 = NDT windows enabled */ 0x0 systemer.c 0x0 systemer.c 0x0 systemer.c 90 %0 * 0x0 = NDT windows disabled ; 0x1 = NDT windows enabled */ 0x0 systemer.c 0x0 systemer.c 0x0 systemer.c 90 %0 * 0x0 = NDT windows disabled ; 0x1 = NDT windows enabled */ 0x0 systemer.c 0x0 systemer.c 0x0 systemer.c 90 * 0x0 = NDT windows disables * 0x0 = NDT windows disables * 0x0 = NDT windows disables/ * 0x0 = NDT windows disables/ * 0		42	#define	UROW_BOD12_	CALIB_PA	ARAMS	0x08F	/* (Do	not cha	nge) */								h	saml11_b	ocor.h		- 18
44 #define UROU_INT_RINABLE 0x0 /* 0x0 = NOT rabled // solid = NOT rabled // s		43	#define	UROW_WDT_RU	NSTDBY		0x0	/* 0x0	9 = WDT d	isabled	during	standby	sleep ; 0x	<1 = WDT	enabled d	turin _i		h	saml11_u	row.h		
45 #define UROU_INT_VER 0x0 /* 0x0 to 0x8 b MDT time-Out Period */ 46 #define UROU_INT_VER 0x8 /* 0x0 to 0x8 b MDT time-Out Period */ 47 #define UROU_INT_VER 0x8 /* 0x0 to 0x8 b MDT time-Out Period */ 48 #define UROU_INT_VENDOW 0x8 /* 0x0 to 0x8 b MDT time-Out Period */ 49 #define UROU_INT_VENDOW 0x8 /* 0x0 to 0x4 b EarJW warning Interrupt Time Offset */ Secure_Functions 58 #define UROU_INT_VEN 0x0 /* 0x0 = NOT windows diabled */ 0x1 = NOT windows enabled */ as_veneer.c 58 #define UROU_INT_VEN 0x0 /* 0x0 = NOT windows diabled */ 0x1 = NOT windows enabled */ as_veneer.c 90 % 4 ************************************		44	#define	UROW_WDT_EN	ABLE		0x0	/* 0x0	9 = WDT d	isabled	; 0x1	= WDT en	abled */						samillel	ba_flash.ld		- 11
46 #define UR0U_INDT_ERR 0:80 /* 0:00 to 0:80 = WDT Time-Out Period */ 47 #define UR0U_INDT_ENDOW 0:80 /* 0:00 to 0:00 = Window Mode Time-Out Period */ 48 #define UR0U_INDT_ENOFFSET 0:80 /* 0:00 = WDT windows disabled ; 0:01 = WDT windows enabled */ 49 #define UR0U_INDT_ENOFFSET 0:80 /* 0:00 = WDT windows enabled ; 0:00 = NDT windows enabled */ Image: Secure_Functions 90 % • • • • • 90 % • • • • • 90 % • • • • • • 90 % • • • • • • • 90 % •		45	#define	UROW_WDT_AL	WAYS_ON		0x0	/* 0x0	∂=WDTe	nabled/d	disabled	through	ENABLE bi	it ; 0x1	WDT can o	only t		C	startup_sa	aml11e16a.c		- 11
47 #define UROU_IOT_LINDOW 0x8 /* 0x0 to 0x8 = kindow Mode Time-Out Period */ 48 #define UROU_IOT_ENDFSET 0x8 /* 0x0 to 0x8 = Early Warning Interrupt Time Offset */ 50 #define UROU_IOT_ENDFSET 0x8 /* 0x0 to 0x8 = karly Warning Interrupt Time Offset */ 50 #define UROU_IOT_ENDFSET 0x8 /* 0x0 to 0x4 = kDT windows disabled ; 0x1 = B0033 hysteresis disabled */ 50 #define UROU_IOT_ENDFSET 0x8 /* 0x0 = B0033 hysteresis enabled ; 0x1 = B0033 hysteresis disabled */ 50 #define UROU_IOT_ENDFSET 0x8 /* 0x0 = B0033 hysteresis enabled ; 0x1 = B0033 hysteresis disabled */ 50 #define UROU_IOT_ENDFSET 0x8 /* 0x0 = B0033 hysteresis enabled ; 0x1 = B0033 hysteresis disabled */ 50 #define UROU_IOT_ENDFSET 0x8 /* 0x0 = B0033 hysteresis enabled ; 0x1 = B0033 hysteresis disabled */ 50 #define UROU_IOT_ENDFSET 0x8 /* 0x0 = B0033 hysteresis enabled ; 0x1 = B0033 hysteresis disabled */ 50 #define UROU_IOT_ENDFSET 0x8 /* 0x0 = B0033 hysteresis enabled ; 0x1 = B0033 hysteresis disabled */ 6 #define UROU_IOT_ENDFSET 0x8 /* 0x0 = B0033 hysteresis enabled ; 0x1 = B0033 hysteresis disabled */ 7 #define UROU_IOT_ENDFSET 0x8		46	#define	UROW_WDT_PE	R		0xB	/* 0x0	0 to 0xB	= WDT Ti	ime-Out	Period *	/					C	system sa	aml11e16a.c		- 11
48 #define UR0U_NOT_NEW 0x8 /* 0x0 = NOT windows disabled; yox1 = NOT windows enabled */ 49 #define UR0U_NOT_NEW 0x0 /* 0x0 = NOT windows disabled; yox1 = NOT windows enabled */ 50 #define UR0U_B0033_HYST 0x0 /* 0x0 = 80033 hysteresis enabled; yox1 = NOT windows enabled */ 90 % • • • • Error List • • • Entire Solution • ③ 0 Messages Build + IntelliSense • Description ▼ • • • • • Error List • • • • • 0 Uservice • • • • • 0 Description ▼ • • • • • • • • • • • • • • • • • • • • • • • • • • • • • • • • • • • • • • •		47	#define	UROW_WDT_WI	NDOW		0xB	/* 0x0	0 to 0xB	= Window	Mode T	ime-Out	Period */				Þ	📄 Sec	ure Funct	tions		- 11
49 #define UROL_NOT_UEN 0x0 /* 0x0 = NOT windows disabled ; 0x1 = NOT windows enabled */ 50 #define UROL_DOD3_HYST 0x0 /* 0x0 = NOT windows disabled ; 0x1 = NOT windows enabled */ 90 % • • • • 90 % • • • • Error List • • • • Entire Solution • © 0 Errors ▲ 0 Warnings © 0 Messages Build + IntelliSense • Error List • • • • • • Description * • • • • • • Output • • • • • •		48	#define	UROW_WDT_EW	OFFSET		ØxB	/* 0x0	0 to 0xA	= Early	Warning	Interru	pt Time Of	ffset */			Ľ.		veneer c			- 11
50 #define UROK_BOD33_HYST 0x0 /* 0x0 = 80033 hysteresis enabled ; 0x1 = 80033 hysteresis disabled ; as_veneer.n 90 % • • • • • • • • • • • • • • • • • •		49	#define	UROW_WDT_WE	N		0x0	/* 0x0	9 = WDT w	indows d	lisabled	; 0x1 =	WDT windo	ows enab	led */			S	veneene			
90 % • 4		50	#define	UROW_BOD33_	HYST		0x0	/* 0x0	0 = BOD33	hystere	esis ena	bled ; 0	x1 = BOD33	3 hyster	esis disab	oled ' 🚽		n as_	veneer.n			-
Error List Entire Solution	90 %	•	4													•	4					▶
Entire Solution	Error	List																				
Description Project File Line Error List Find Results 1 Output	Enti	re Solu	ution	- 8	0 Errors	1 01	Warnings	0 M	lessages	Build +	IntelliSer	se	•						Search	Error List		P-
Error List Find Results 1 Output		D	escription	1 🔻														Project		File	Line	
Error List Find Results 1 Output		-																rioject		THC .	Cirit	·
Error List Find Results 1 Output																						
Error List Find Results 1 Output	1																					
Output	Error	List	Find Resu	lts 1																		
	Outpu	ıt																				
Ready Ln 80 Col 100 Ch 91 INS	Ready															80	Co	1100	Ch 9		IN	

2.5.2.3 使能安全引导过程的 BS 验证

要使用 Microchip Studio 7 使能安全引导过程验证,请按照以下步骤操作:

- 1. 使用器件编程执行 ChipErase_ALL 命令。
- 2. 使用 Microchip Studio IDE 编译引导应用程序。
- 3. 使用器件编程工具将 BOOTOPT 熔丝更改为 0x01 或 0x02。

图 2-53. 安全引导过程的 BS 验证

EDBG (ATML00000000000	0202) - Device Programming					?	\times				
Tool Device EDBG ~ ATSAML11E1	Interface I6A V SWD Apply	Device signature 0x20830000	Targ Read 3.	et Voltage 3 V Read	₽						
Interface settings	Fuse Name		Value				^				
Tool information	BOCOR_WORD_0.IDAU_BS		0x10								
De la la Complete	BOCOR_WORD_0.IDAU_BN	SC	0x30								
Device information	BOCOR_WORD_0.BOOTRO	M_BOOTOPT	0x01								
Memories	BOCOR_WORD_1.IDAU_BO	OTPROT	0x10								
Fuses	BOCOR WORD 1.NVMCTR	L BCWEN									
Security	BOCOR WORD 1.NVMCTR	L BCREN									
							\sim				
	Fuse Register Value	£					^				
	BOCOR_WORD_0 0x003010	000									
	BOCOR_WORD_1 0x000300	010									
	BOCOR_WORD_3 0x00000	03A					\sim				
	Automaal				Сору	to clipbo	ard				
	 Auto read Verify after programming 			Program	Verify	Rea	d				
Image: Ster USER_WORD_3OK Reading register USER_WORD_4OK Reading register USER_WORD_5OK Reading register USER_WORD_6OK Reading register USER_WORD_6OK Read registerOK											
Read registers Ok	<										
neur registersor							_				
						Close					

SAM L11 应用程序开发(开发人员 A 和开发人员 B)

执行下图所示的步骤后,将计算参考哈希值并通过器件编程工具自动写入存储器。

图 2-54. 安全引导应用程序参考哈希值

Memory	1																			- 🗆	×
Memory: base FLASH										•	Ad	ldre	ss:	0x00	0009	930			-	¢	**
0x000009	930	ff	<u>ŸŸŸŸŸŸŸŸŸŸŸŸŸŸŸ</u> ŸŸ																		
0x000009	940	ff	<u> </u>																		
0x000009	950	ff	ÿÿÿÿÿÿÿÿÿÿÿÿÿÿÿÿÿÿ																		
0x000009	960	ff	<u>ÿÿÿÿÿÿÿÿÿÿÿÿÿÿÿÿÿÿ</u> ÿ																		
0x000009	970	ff	<u>ÿÿÿÿÿÿÿÿÿÿÿÿÿÿÿÿÿÿ</u>																		
0x000009	980	ff	<u>ÿÿÿÿÿÿÿÿÿÿÿÿÿÿÿÿÿÿ</u>																		
0x000009	90	ff	ÿÿÿÿÿÿÿÿÿÿÿÿÿÿÿÿÿÿ																		
0x000009	9A0	ff	ÿÿÿÿÿÿÿÿÿÿÿÿÿÿÿÿÿÿ																		
0x000009	9BØ	ff	<u> </u>																		
0x000009	0C0	ff	<u> </u>																		
0x000009	9D0	ff	<u>ŸŸŸŸŸŸŸŸŸŸŸŸŸŸŸŸŸ</u>																		
0x000009	9E0	b4	01	3a	14	2c	d2	57	88	7f	16	3e	a2	34	f5	95	42	Ref Hash			
0x000009	9F0	69	1d	c5	00	40	ea	83	ec	57	08	7f	2f	0d	02	3c	2a	Nel. Hush			
0x00000/	100	7f	e9	7f	e9	ff	f7	76	bb	7f	e9	7f	e9	ff	f7	82	bb	BNSC			
0x00000/	10	00	00	00	00	00	00	00	00	00	00	00	00	00	00	00	00	DNJC			
0x00000/	20	††	<u>ŸŸŸŸŸŸŸŸŸŸŸŸŸŸŸ</u> Ÿ																		
0x00000/	130	ff	<u>ŸŸŸŸŸŸŸŸŸŸŸŸŸŸŸŸ</u>																		
0x00000/	40	ff	<u>ŸŸŸŸŸŸŸŸŸŸŸŸŸŸŸŸ</u>																		
0x00000/	\50	ff	<u>ÿÿÿÿÿÿÿÿÿÿÿÿÿÿÿÿÿÿ</u>																		
0x00000/	460	ff	<u>ÿÿÿÿÿÿÿÿÿÿÿÿÿÿÿÿÿÿÿ</u>																		
0x00000/	170	ff	<u>ÿÿÿÿÿÿÿÿÿÿÿÿÿÿÿÿÿÿ</u>																		
0x00000/	180	ff	<u>ŸŸŸŸŸŸŸŸŸŸŸŸŸŸŸ</u> Ÿ																		
0x00000/	190	ff	<u>ŸŸŸŸŸŸŸŸŸŸŸŸŸŸŸ</u> Ÿ																		
0x00000/	AA0	ff	ÿÿÿÿÿÿÿÿÿÿÿÿÿÿÿÿÿÿ																		
0x00000/	AB0	ff	<u> </u>			\mathbf{w}															

3. 软件用例示例

3.1 非安全外设(TC0)

本用例示例介绍了如何将 SAM L11 集成外设(TC0)配置为非安全外设。 在本例中,安全项目负责将 PORT 和 TC 外设分配给非安全区域,设置系统时钟,然后跳转到非安全应用程序。 非安全应用程序使用 TC0 在 PA07 上生成 PWM 信号。 下图所示为安全主程序的执行流程。

图 3-1. 安全主程序流程图



下图所示为非安全主程序的执行流程。

图 3-2. 非安全主程序流程图



以下代码示例提供了用于将 TCO 及相关系统功能分配给非安全区域的关键安全区域函数调用和声明。

```
• 在熔丝定义(saml11_urow.h)中将 TCO 分配给非安全区域
```

	•••										
	#define	UROW NONSECC	SERCOM0	0x0	/*	SERCOM0 安全	*/				
	#define	UROW_NONSECC	SERCOM1	0x0	/*	SERCOM1 安全	*/				
	#define	UROW_NONSECC	_SERCOM2	0x0	/*	SERCOM2 安全	*/				
	#define	UROW_NONSECC	тс0	0x1	/*	TC0 非安全 */					
	#define	UROW_NONSECC	TC1	0x0	/*	TC1 安全 */					
	#define	UROW_NONSECC	_TC2	0x0	/*	TC2 安全 */					
	•••										
Ī	配置 TC0 外	、设时钟并将中断会	分配给非安全区	域(安全》	应用;	程序)					
	<pre>int main(void) { vint32 t rot;</pre>										
	funcptr void NonSecure ResetHandler;										
		T III I									
	/* 初始化	ムSAM 糸统 */									
	GCLK->PC	CHCTRL[14].re	g = (GCLK PC)	HCTRL GE	EN (()) GCLK PCH	ICTRL CHEN);				
			9 (00=== = 0			, , , , , , , , , , , , , , , , , , , ,					

AN5365 软件用例示例



3.2 安全外设(TC0)

本用例示例演示了如何将 SAM L11 集成外设(TC0)配置为安全外设。

在本用例中,安全项目负责配置系统资源和管理 TC 外设,以及将特定 TC0 API 和非安全回调提供给非安全区域。下图所示为安全主函数:

图 3-3. 安全主程序流程图



以下 API 或模板提供给非安全区域以驱动来自非安全区域的 TC0 外设:

- tc0_compare_0_interrupt_callback_register(secure_void_cb_t pfunction);
- tc0_overflow_interrupt_callback_register(secure_void_cb_t pfunction);
- tc0_init(void);
- tc0_set_duty_cycle(uint8_t duty_cycle);

非安全区域通过安全区域提供的 API 和模板使用安全 TC0 并在 PA07 引脚上生成 PWM 信号。下图显示了应用程序的 流程图以及与安全区域的交互。

图 3-4. 非安全主程序流程图



下图所示为安全 TC 处理程序。

图 3-5. 安全 TC 处理程序流程图



3.3 混合安全外设(EIC)

本用例示例介绍了如何配置和使用 SAM L11 混合安全外设(EIC)。使用本示例,用户可配置两条中断线(EXTIN 1 和 EXTIN2),然后将其分配给非安全区域和安全区域。这样可以在检测到 EXTIN 1 中断时执行非安全处理程序,在 检测到 EXTIN 2 中断时执行安全处理程序,如下图所示。

图 3-6. 混合安全外设用例示例输出



在本例中,安全项目负责配置系统资源,将 EIC 中断线 1 分配给非安全区域,以及管理安全中断线 2 上的外部中断。 下图所示为安全主函数流程图。

图 3-7. 安全应用程序流程图



在本例中,非安全项目负责配置和处理 EIC 中断线 1,该中断线由安全应用程序分配给非安全区域。下图所示为相应的过程:

图 3-8. 非安全应用程序流程图


3.4 TrustRAM

SAM L11 中内置的 TrustRAM (TRAM) 提供了以下高级安全功能来存储安全信息:

- 地址和数据加扰
- 静默访问
- 数据残留
- 主动屏蔽和篡改检测
- 在检测到篡改时将加扰密钥和 RAM 数据全部擦除

本文档随附的 TrustRAM 示例说明了如何配置 TrustRAM 的以下安全功能:

- 使用以下密钥激活地址和数据加扰: 0xCAFE
- 使能静默访问
- 使能数据残留
- 在 PA8 上使能 RTC 静态篡改检测
- 使能在检测到篡改时将加扰密钥和 RAM 数据全部擦除

在本例中,TrustRAM的内容显示在安全控制台(USART0)上,每秒刷新一次,允许用户进行静态和动态篡改检测以及TrustRAM全部擦除。

图 3-9. TRAM 用例应用程序输出

<u> </u>	OM2	3:115200k	oaud - Tera	a Term VT						×
<u>F</u> ile	<u>E</u> dit	<u>S</u> etup	C <u>o</u> ntrol	<u>W</u> indow	<u>H</u> elp					
Øxa5 Øxa5 Øxa5 Øxa5 Øxa5	a5 a5 a5 a5 a5	Øxa5a5 Øxa5a5 Øxa5a5 Øxa5a5 Øxa5a5	Øxa5a5 Øxa5a5 Øxa5a5 Øxa5a5 Øxa5a5	Øxa5a5 Øxa5a5 Øxa5a5 Øxa5a5 Øxa5a5	Øxa5a5 Øxa5a5 Øxa5a5 Øxa5a5 Øxa5a5	Oxa5a5 Oxa5a5 Oxa5a5 Oxa5a5 Oxa5a5	Øxa5a5 Øxa5a5 Øxa5a5 Øxa5a5 Øxa5a5	Øxa5a5 Øxa5a5 Øxa5a5 Øxa5a5 Øxa5a5		^
Øxa5 Øxa5	a5 a5	0xa5a5 0xa5a5	Øxa5a5 Øxa5a5	Øxa5a5 Øxa5a5	Øxa5a5 Øxa5a5	0xa5a5 0xa5a5	Øxa5a5 Øxa5a5	Øxa5a5 Øxa5a5		
Trus Øxa5	t R a5	AM cont Øxa5a5	tent (1: Øxa5a5	s refres Øxa5a5	sh) Øxa5a5	Øха5а5	Øха5а5	Øxa5a5		
Øxa5 Øxa5	a5 a5	Øxa5a5 Øxa5a5								
Øxa5 Øxa5	a5 a5	0xa5a5 0xa5a5								
0xa5 0xa5 0xa5	a5 a5 a5	uxa5a5 Oxa5a5 Oxa5a5	0xa5a5 0xa5a5 0xa5a5	0xa5a5 0xa5a5 0xa5a5	0xa5a5 0xa5a5 0xa5a5	0xa5a5 0xa5a5 0xa5a5	0xa5a5 0xa5a5 0xa5a5	0xa5a5 0xa5a5 0xa5a5		
Trus	Trust RAM content (1s refresh)									
0×00 0×00	00 00	0×0000 0×0000								
0×00 0×00	00 00	0×0000 0×0000								
0×00 0×00 0×00 0×00	00 00 00	0×0000 0×0000 0×0000	0×0000 0×0000 0×0000 0×0000	0x0000 0x0000 0x0000 0x0000	0x0000 0x0000 0x0000 0x0000	0x0000 0x0000 0x0000 0x0000	0x0000 0x0000 0x0000 0x0000	0×0000 0×0000 0×0000 0×0000		-

下图所示为 TRAM 的安全主函数。

图 3-10. TRAM 用例应用程序流程图



3.5 加密加速器 (CRYA)

SAM L11 内置硬件加密加速器(CRYA)并在引导 ROM 中存储了相关软件函数,可为以下各项提供硬件加速:

- 高级加密标准(AES-128)加密和解密
- 安全哈希算法 2 (SHA-256) 身份验证
- Galois 计数器模式(Galois Counter Mode, GCM)加密和身份验证

以下 CRYA 示例展示了如何将 CRYA 用于 AES 128 位密钥长度和 SHA-256 加密算法。

图 3-11. CRYA 用例应用程序输出

VT	сомз	- Tera T	erm VT			_		×
<u>F</u> ile	<u>E</u> dit	<u>S</u> etup	C <u>o</u> ntrol	<u>W</u> indow	Help			
AES AES AES SHA	-128 -128 -128 -128 -128 -256	Al Key : Plair Ciphe Decip SH Plair Diges	ES-128 : 0x00 ered te phered HA-256 n text st : 0x	0x01 0x0 : 0x00 0 xt : 0x6 text : 0 : "hello b94d27b5	12 BA3 0x04 0x05 0x06 0x07 0x08 0x09 0x0a 0x0b 0x0c 0x0d 0x0e 0x0f 12 BA3 0x04 0x05 0x06 0x07 0x08 0x09 0x0a 0x0b 0x0c 0x0d 0x0e 0x0f 141 0x22 0x33 0x44 0x55 0x66 0x77 0x88 0x99 0xaa 0xbb 0xcc 0xdd 0xee 0x1 9 0xc4 0xe0 0xd8 0x6a 0x7b 0x04 0x30 0xd8 0xcd 0xb7 0x80 0x70 0xb4 0xc5 1x00 0x11 0x22 0x33 0x44 0x55 0x66 0x77 0x88 0x99 0xaa 0xbb 0xcc 0xdd 0xe • world'' • 0x934d3e08 0xa52e52d7 0xda7dabfa 0xc484efe3 0x7a5380ee 0x9088f7ac 0xe2e	f Øx5a e Øxf	ff 9	^
GCI GCI GCI GCI GCI	Pla Key Cip Enc Dec Dec	(in te> : Øxc hered rypt] iphere rypt]	GCM kt : 0x cf 0x06 text : [ag : 0 ed text [ag : 0	00 0x11 0x3a 0x 0xc0 0x x42 0x31 : 0x00 x42 0x31 x42 0x31	0x22 0x33 0x44 0x55 0x66 0x77 0x88 0x99 0xaa 0xbb 0xcc 0xdd 0xee 0xff 0x22 0x33 0x44 0x55 0x66 0x77 0x88 0x99 0xaa 0xbb 0xcc 0xdd 0xee 0xff 34 0xd4 0xa9 0xa7 0x6c 0x2c 0x86 0x78 0x7d 0x3f 0x96 0xdb 0x71 8a 0x14 0x84 0xd1 0x3b 0xe1 0xe1 0x93 0x39 0x67 0x14 0x53 0xc3 0xcb 0xad 0 0x3a 0x05 0x65 0x0a 0xdc 0x94 0x42 0x15 0x1d 0x51 0x54 0x78 0xba 0x0a 0x11 0x22 0x33 0x44 0x55 0x66 0x77 0x88 0x99 0xaa 0xbb 0xcc 0xdd 0xee 0 0x3a 0x05 0x65 0x0a 0xdc 0x94 0x42 0x15 0x1d 0x51 0x54 0x78 0xba 0x0a 0x3a 0x05 0x65 0x0a 0xdc 0x94 0x42 0x15 0x1d 0x51 0x54 0x78 0xba 0x0a	¢ ¢ff		~

下图所示为 CRYA 用例应用程序流程图:

图 3-12. CRYA 用例应用程序流程图



3.6 数据闪存

SAM L11 中内置的数据闪存提供了以下高级安全功能来存储安全信息:

- 数据加扰
- 选定行静默访问(TEROW)
- 在检测到篡改时擦除选定行(TEROW)

下图所示的数据闪存用例说明了如何配置 NVMCTRL 的安全数据闪存管理:

- 使用以下密钥激活数据加扰: 0x1234
- 对第一个数据闪存行使能静默访问

图 3-13. 数据闪存用例应用程序输出

COM43:115200baud - Tera Term VT	
<u>F</u> ile <u>E</u> dit <u>S</u> etup C <u>o</u> ntrol <u>W</u> indow <u>H</u> elp	
11111111111111111111111111111111111111	
- Fnable DataPlack security feature	
Land Datariash security leature	
- Erase TEROW	
- Print TEROW content :	
$Page 0 : 0 \times 400000 : 0000000 00000000$	
Page 0 : 0×400002 : 0000000 00000000	
Page 0 : 0x400004 : 0000000 00000000 Page 0 : 0x400004 : 00000000 0000000	ł
Tage 0 : 0330000 : 00000000 00000000	
$P_{AGE} 0 : 0 \times 40000A : 00000000 000000000000000000000$	
$Page 0 : 0 \times 40000C : 00000000 00000000$	
Page 0 : 0×40000E : 00000000 00000000	
rage I : 0x40040 : 0000000 0000000 Pare I : 0x40042 : 0000000 0000000	ľ
Page 1 : 0x400044 : 0000000 00000000	ł
Page 1 : 0x400046 : 00000000 0000000	ł
$Page 1 : 0 \times 400048 : 00000000 00000000$	ł
Page 1 : 0x40004A : 0000000 00000000	
Fage I : 0x40004C : 0000000 00000000 Page I : 0x40004C : 00000000 0000000	ł
Tage I · DATODDIE · DODDDDDD DDDDDDDD	ł
- Write ØxCAFEDECA Pattern in TEROW	
Print TEPOW content .	
Page 0 : 0x400000 : CAFFDECA CAFEDECA	
Page Ø : Øx400002 : CAFEDECA CAFEDECA	
Page Ø : Øx400004 : CAFEDECA CAFEDECA	
Page Ø : Øx400006 : CAFEDECA CAFEDECA	
Page 0 : 0x400008 : CHFEDECH CHFEDECH	
Page 8 : 8x490000C : CAFEDECA CAFEDECA	ł
Page 0 : 0x40000E : CAFEDECA CAFEDECA	
Page 1 : Øx400040 : CAFEDECA CAFEDECA	ł
Page 1 : 0x400042 : CAFEDECA CAFEDECA	
Page 1 : 0X400044 : CHFEDECH CHFEDECH Page 1 : 0x400046 : CAFEDECA CAFEDECA	
Page 1 : 0×400048 : CAFEDECA CAFEDECA	
Page 1 : 0x40004A : CAFEDECA CAFEDECA	
Page 1 : 0x40004C : CAFEDECA CAFEDECA	
Page 1 : 0x40004E : CAFEDECA CAFEDECA	
	D

下图所示为数据闪存用例应用程序流程图:

图 3-14. 数据闪存用例应用程序流程图



4. 版本历史

版本 C——2022 年 7 月

本版本进行了以下更新:

- 将文档中的所有 Atmel 引用更新为 Microchip,并将所有 AS7 和 Atmel Studio 7 引用更新为 Microchip Studio 7
- 将文档中的所有客户引用更新为开发人员
- 更新了简介中 ARMv8 的标签
- 更新了 ARMv8-M 的 TrustZone 技术章节中的图 1-1、图 1-3 和 ARMv8 标签
- 更新了存储器安全属性章节中的图 1-4
- 更新了安全和非安全函数调用机制章节中的命名和术语
- 替换了非安全可调用 API 章节中的图 1-5
- 替换了非安全软件回调章节中的图 1-6 和图 1-7
- 替换了安全和非安全中断处理章节中的图 1-9 并为其重命名
- 调整了安全和非安全外设的结构并新增了图 1-10
- 增加了新的主题:外设安全属性
- 替换了混合安全外设(PAC 安全)章节中的图 1-11 和图 1-12
- 替换了混合安全外设(PAC 非安全)章节中的图 1-13
- 替换了调试访问级别(DAL)和全片擦除中图 1-14 和图 1-15 的图片
- 替换了安全引导章节中的图 1-20 并新增了表 SAML11 安全引导验证方法
- 为安全引导章节中的 BOOTKEY 新增了注释
- 替换了单开发人员方法章节中的图 2-1
- 替换了双开发人员方法章节中的图 2-2
- 替换了 NVM 行配置章节中的图 2-11
- 替换了调试安全解决方案章节中的图 2-16 并更新了标题
- 替换了调试安全解决方案章节中的图 2-17
- 替换了开发非安全项目(开发人员 B)章节中的图 2-22
- 替换了使项目链接器文件与 SAM L11 非安全存储器属性一致章节中的图 2-28
- 替换了将安全网关库添加并链接到非安全项目章节中的图 2-30
- 替换了添加并包含安全网关头文件章节中的图 2-39

版本 B----2019 年 4 月

调整了文档结构:

- 针对开发安全应用程序新增以下章节:开发具有安全引导程序的解决方案(客户A)
- 删除了主题部署具有安全和非安全自举程序的应用程序,并将其内容纳入 SAM L11 安全功能简介
- 删除了主题如何定义和使用安全和非安全外设,并将其内容纳入软件用例示例
- 重新编写了简介,以将更新内容反映到文档中。

更新了以下章节:

- 更新了 ARMv8-M 架构的 TrustZone 技术章节,新增了图片
- 更新了安全和非安全外设章节,新增了图片
- 更新了混合安全集成外设章节,新增了图片
- 更新了调试访问级别(DAL)和全片擦除章节,新增了图片
- 更新了安全引导章节,新增了图片
- 更新了单开发人员方法章节,新增了图片
- 更新了双开发人员方法章节,新增了图片
- 更新了开发安全解决方案(客户A)章节,新增了图片

AN5365 版本历史

- 更新了开发非安全项目(客户 B)章节,新增了图片
- 更新了非安全外设章节,新增了图片和代码块
- 更新了安全外设章节,新增了图片
- 更新了混合安全外设章节,新增了图片
- 更新了 TrustRAM (TRAM)章节,新增了图片
- 更新了加密加速器(CRYA)章节,新增了图片
- 更新了数据闪存章节,新增了图片

版本 A——2018 年 6 月

本文档的初始版本。

Microchip 网站

Microchip 网站(www.microchip.com)为客户提供在线支持。客户可通过该网站方便地获取文件和信息。我们的网站 提供以下内容**:**

- 产品支持——数据手册和勘误表、应用笔记和示例程序、设计资源、用户指南以及硬件支持文档、最新的软件版本以及归档软件
- 一般技术支持——常见问题解答(FAQ)、技术支持请求、在线讨论组以及 Microchip 设计伙伴计划成员名单
- Microchip 业务——产品选型和订购指南、最新 Microchip 新闻稿、研讨会和活动安排表、Microchip 销售办事 处、代理商以及工厂代表列表

产品变更通知服务

Microchip 的产品变更通知服务有助于客户了解 Microchip 产品的最新信息。注册客户可在他们感兴趣的某个产品系列 或开发工具发生变更、更新、发布新版本或勘误表时,收到电子邮件通知。

欲注册,请访问 www.microchip.com/pcn,然后按照注册说明进行操作。

客户支持

Microchip 产品的用户可通过以下渠道获得帮助:

- 代理商或代表
- 当地销售办事处
- 应用工程师(ESE)
- 技术支持

客户应联系其代理商、代表或 ESE 寻求支持。当地销售办事处也可为客户提供帮助。本文档后附有销售办事处的联系 方式。

也可通过 www.microchip.com/support 获得网上技术支持。

Microchip 器件代码保护功能

请注意以下有关 Microchip 产品代码保护功能的要点:

- Microchip 的产品均达到 Microchip 数据手册中所述的技术规范。
- Microchip 确信:在正常使用且符合工作规范的情况下,Microchip 系列产品非常安全。
- Microchip 注重并积极保护其知识产权。严禁任何试图破坏 Microchip 产品代码保护功能的行为,这种行为可能会 违反《数字千年版权法案》(Digital Millennium Copyright Act)。
- Microchip 或任何其他半导体厂商均无法保证其代码的安全性。代码保护并不意味着我们保证产品是"牢不可破" 的。代码保护功能处于持续发展中。Microchip 承诺将不断改进产品的代码保护功能。

法律声明

提供本文档的中文版本仅为了便于理解。请勿忽视文档中包含的英文部分,因为其中提供了有关 Microchip 产品性能和 使用情况的有用信息。Microchip Technology Inc.及其分公司和相关公司、各级主管与员工及事务代理机构对译文中可 能存在的任何差错不承担任何责任。建议参考 Microchip Technology Inc.的英文原版文档。

本出版物及其提供的信息仅适用于 Microchip 产品,包括设计、测试以及将 Microchip 产品集成到您的应用中。以其他 任何方式使用这些信息都将被视为违反条款。本出版物中的器件应用信息仅为您提供便利,将来可能会发生更新。如 需额外的支持,请联系当地的 Microchip 销售办事处,或访问 https://www.microchip.com/en-us/support/design-help/ client-supportservices。 Microchip"按原样"提供这些信息。Microchip 对这些信息不作任何明示或暗示、书面或口头、法定或其他形式的声明 或担保,包括但不限于针对非侵权性、适销性和特定用途的适用性的暗示担保,或针对其使用情况、质量或性能的担保。

在任何情况下,对于因这些信息或使用这些信息而产生的任何间接的、特殊的、惩罚性的、偶然的或间接的损失、损害或任何类型的开销,Microchip 概不承担任何责任,即使 Microchip 已被告知可能发生损害或损害可以预见。在法律允许的最大范围内,对于因这些信息或使用这些信息而产生的所有索赔,Microchip 在任何情况下所承担的全部责任均不超出您为获得这些信息向 Microchip 直接支付的金额(如有)。如果将 Microchip 器件用于生命维持和/或生命安全应用,一切风险由买方自负。买方同意在由此引发任何一切损害、索赔、诉讼或费用时,会维护和保障 Microchip 免于承担法律责任。除非另外声明,在 Microchip 知识产权保护下,不得暗中或以其他方式转让任何许可证。

商标

Microchip 的名称和徽标组合、Microchip 徽标、Adaptec、AVR、AVR 徽标、AVR Freaks、BesTime、BitCloud、 CryptoMemory、CryptoRF、dsPIC、flexPWR、HELDO、IGLOO、JukeBlox、KeeLoq、Kleer、LANCheck、 LinkMD、maXStylus、maXTouch、MediaLB、megaAVR、Microsemi、Microsemi 徽标、MOST、MOST 徽标、 MPLAB、OptoLyzer、PIC、picoPower、PICSTART、PIC32 徽标、PolarFire、Prochip Designer、QTouch、SAM-BA、SenGenuity、SpyNIC、SST、SST 徽标、SuperFlash、Symmetricom、SyncServer、Tachyon、TimeSource、 tinyAVR、UNI/O、Vectron 及 XMEGA 均为 Microchip Technology Incorporated 在美国和其他国家或地区的注册商 标。

AgileSwitch、APT、ClockWorks、The Embedded Control Solutions Company、EtherSynch、Flashtec、Hyper Speed Control、HyperLight Load、Libero、motorBench、mTouch、Powermite 3、Precision Edge、ProASIC、 ProASIC Plus、ProASIC Plus 徽标、Quiet-Wire、SmartFusion、SyncWorld、Temux、TimeCesium、TimeHub、 TimePictra、TimeProvider、TrueTime 和 ZL 均为 Microchip Technology Incorporated 在美国的注册商标。

Adjacent Key Suppression、AKS、Analog-for-the-Digital Age、Any Capacitor、AnyIn、AnyOut、Augmented Switching、BlueSky、BodyCom、Clockstudio、CodeGuard、CryptoAuthentication、CryptoAutomotive、 CryptoCompanion、CryptoController、dsPICDEM、dsPICDEM.net、Dynamic Average Matching、DAM、ECAN、 Espresso T1S、EtherGREEN、GridTime、IdealBridge、In-Circuit Serial Programming、ICSP、INICnet、Intelligent Paralleling、IntelliMOS、Inter-Chip Connectivity、JitterBlocker、Knob-on-Display、KoD、maxCrypto、maxView、 memBrain、Mindi、MiWi、MPASM、MPF、MPLAB Certified 徽标、MPLIB、MPLINK、MultiTRAK、NetDetach、 Omniscient Code Generation、PICDEM、PICDEM.net、PICkit、PICtail、PowerSmart、PureSilicon、QMatrix、 REAL ICE、Ripple Blocker、RTAX、RTG4、SAM-ICE、Serial Quad I/O、simpleMAP、SimpliPHY、SmartBuffer、 SmartHLS、SMART-I.S.、storClad、SQI、SuperSwitcher、SuperSwitcher II、Switchtec、SynchroPHY、Total Endurance、Trusted Time、TSHARC、USBCheck、VariSense、VectorBlox、VeriPHY、ViewSpan、WiperLock、 XpressConnect 和 ZENA 均为 Microchip Technology Incorporated 在美国和其他国家或地区的商标。

SQTP 为 Microchip Technology Incorporated 在美国的服务标记。

Adaptec 徽标、Frequency on Demand、Silicon Storage Technology 和 Symmcom 均为 Microchip Technology Inc.在 除美国外的国家或地区的注册商标。

GestIC 为 Microchip Technology Inc.的子公司 Microchip Technology Germany II GmbH & Co. KG 在除美国外的国家 或地区的注册商标。

在此提及的所有其他商标均为各持有公司所有。

© 2022, Microchip Technology Incorporated 及其子公司版权所有。

ISBN: 978-1-6683-1043-4

AMBA、Arm、Arm7、Arm7TDMI、Arm9、Arm11、Artisan、big.LITTLE、Cordio、CoreLink、CoreSight、Cortex、 DesignStart、DynamIQ、Jazelle、Keil、Mali、Mbed、Mbed Enabled、NEON、POP、RealView、SecurCore、 Socrates、Thumb、TrustZone、ULINK、ULINK2、ULINK-ME、ULINK-PLUS、ULINKpro、µVision 和 Versatile 是 Arm Limited(或其子公司)在美国和/或其他国家/地区的商标或注册商标。

质量管理体系

有关 Microchip 的质量管理体系的信息,请访问 www.microchip.com/quality。



全球销售及服务网点

実施 支大和区 支大和区 実施区 支大和区 実施 公司占約 2355 West Chandler Bivd. 表大和亚・参加 印度・克加罗水 日度・方本の 日前、437242-2244-39 Chandler, AZ 85224-6199 中国・北太 日度・方本の 日本、57424-2244-39 日本、457242-2244-39 日本、4577242-2244-39 日本、4577242-2244-39 日本、4577242-2244-39 日本、4577242-2244-39 日本、4577242-2244-39 日本、457724-224121-0141 日度・方本の 日本、574724-22413-30 日本、574 日本、574 日本、574 日本、574 日本、574 1日本、574 日本、574 日本、574 1日本、574 日本 574 1日本 574 111114 11114 11114 <th></th> <th></th> <th></th> <th></th>				
公司部 男人和正・多形 印建・北加努尔 男人利 : 市方斯 2355 West Chandler Blvd. 电话: 61-2-968-6733 电话: 91-63-0309-04444 电话: 43-7242-2244-39 日本 140 - 792-7200 电话: 86-10-3656-7000 电话: 91-63-0309-04444 印度: 43-7242-2244-39 日本 140 - 792-7200 电话: 86-10-3656-7000 电话: 91-11-410-08631 月末: 43-7242-2244-39 日本 141 - 10-08631 日本: 454 - 44-85-5910 日本: 454 - 44-85-5910 日本: 454 - 44-85-5910 日本 145 162-29-8665-5511 电话: 91-204121-0141 日本: 453 - 358-04520-200 日本: 144 - 756 日本: 453 358-04520-200 日本: 358-04520-200 日本: 145 - 763-657-1675 日本: 453 145 - 764 145 - 748 日本: 578-957-14575 日日: 453 145 - 748 145 - 748 日本: 578-957-14575 日日: 743 145 - 748-720 145 - 748 145 - 748 日本: 578-957-14575 日日: 757 148 - 758 144 - 701 145 - 49-212-376400 日本: 578-757-700 日日: 757 148 - 758-700 148 - 7474200 145 - 49-212-327660	美洲	亚太地区	亚太地区	欧洲
2355 West Chandler ENd. 电法: 61-2-3968-6733 电法: 91-80-3000-4444 电法: 43-724-2244-393 Chandler, ZES24-6199 中国: 北京 印度: 新華里 包括: 43-724-2244-393 也法: 480-792-7207 中国: 水京 印度: 新華里 包括: 63-748-784 世法: 480-792-7277 中国: 水京 印度: 北京 明正: 43-724-2244-393 文本大非 中国: 水市 印度: 北京 明正: 43-724-2244-393 Waw.microchip.com/support 中国: 水市 日志: 65-28-685-551 电话: 81-6-6152-7160 电话: 83-639-4320-820 Waw.microchip.com 中国: 大印 中日: ホ市 世法: 81-66-152-7160 电话: 83-94-520-820 世法: 67-67-7614 电话: 85-20-8755-8029 电话: 82-53-744-4101 福田: 小市 世法: 67-78-677-6014 电话: 85-25-8772-800 电话: 82-25-574-7200 福田: 小市 电话: 77-78-760-087 中国: ホ市 中国: ホ市 中国: ホ市 中国: ホ市 电话: 77-77-760-097 电话: 85-27-8773-05 地话: 85-28-477-2400 地话: 49-713-72400 世话: 77-77-760-097 电话: 85-28-477-2400 地话: 49-898-47-44-0 地话: 49-898-47-44-0 世话: 77-77-760-097 电话: 85-73-328-500 地话: 85-73-48-870 福田: 49-713-72400 世古: 774-760-097<	公司总部	澳大利亚 - 悉尼	印度 - 班加罗尔	奥地利 - 韦尔斯
Chandler, AZ 85224-6199 中国 - 北京 印度 - 新整里 使点 : 43-724.2244-333 世話: 48-0782-7277 中国 - 北京 64.76.0-8663-7000 地話: 81-16-61531 万丈-市本玲根 世話: 86-28-865-5511 田志: 86-70-8700 地話: 91-204121-0141 代表 : 45-4485-5910 建太夫特: 地話: 86-28-865-5511 田志: 81-86-1652-7160 地話: 33-169-33-6320 四輪之太 地話: 86-28-865-5611 田本: 木京 双目: 0.25-97-9704 四輪: 66-70-8770-9860 电話: 81-3-6880-3770 电话: 33-169-33-63-20 道: 67-89-79-914 中国 - 大前 第18-7.47 他話: 82-23-54-44-301 世話: 672-97-9614 中国 - 大前 第18-7.47 地話: 82-23-744-4301 第18-7.48 世話: 65-27-1455 中国 - 大前 第2-25-57-7300 地話: 86-571-8792-8115 地話: 82-23-51-7000 地話: 49-2129-3766400 世話: 85-22-85-500 地話: 86-22-851-700 地話: 86-22-851-700 地話: 49-713-72400 世話: 85-22-843-510 地話: 86-52-850-71 地話: 86-71-870 福田: 49-713-72400 世話: 86-52-850-735 地話: 86-52-850-735 地話: 86-72-870 福田: 49-713-72400 世話: 86-52-850-735 地話: 86-52-850-735 地話: 86-72-820-740 世話: 49-714-7240 <t< td=""><td>2355 West Chandler Blvd.</td><td>电话: 61-2-9868-6733</td><td>电话: 91-80-3090-4444</td><td>电话: 43-7242-2244-39</td></t<>	2355 West Chandler Blvd.	电话: 61-2-9868-6733	电话: 91-80-3090-4444	电话: 43-7242-2244-39
电振: 490-792-7200 电振: 681-10-8559-7000 电振: 91-71-4100-8631 丹麦: 주素が物 (年素: 490-792-7277 中国: 454-4455-5910 (基本大家) 日本: 552-5420 电振: 652-8655-551 电振: 612-6152-7160 电振: 553-6420 (WW:microchip.com 中国: 永元 日本: 753-54520 电振: 853-64520-820 (Pa): 774 中国: 774 中国: 753-1693-03-07 电振: 853-169-030-07 (Pa): 774 760-708 中国: 774 760-708 中国: 853-169-030-07 (Pa): 774.760-0087 中国: 858 777.780 983 983 971-172400 184: 98-77.452 983 982.774-7500 983 982.774-7500 983 982.774-7500 983 982.774-7500 983 982.774-750 983 982.774-430 983.7466 983.7466 982.774-430 983.7466<	Chandler, AZ 85224-6199	中国 - 北京	印度 - 新德里	传真: 43-7242-2244-393
有点::490-782-7277 中国::成都 印度::前那 电话::430-782-7277 技术支持: 电话::66-28-7800 电话::670-8702 セ話::66-28-8800-9888 电话::61-6152-7160 电话:33-169-53-63-20 Wax:microchip.com/support 中国::元第 电话::66-23-8800-9888 电话::61-3-6880-3770 电话::33-169-53-63-20 電子馬:: 金花::66-23-8800-9888 电话::61-3-6880-3770 电话::33-169-53-63-20 電話::61-3-6880-3770 电话::33-169-53-63-20 電子:: ●第:: ●第:: ●17.71 ●第:: ●17.71 ●17.72 ●17.71 ●17.71 ●17.71 ●17.71 ●17.71 ●17.71 ●17.71 ●17.72 ●17.71 ●17.72 ●17.72 ●17.72 ●17.72 ●17.72 ●17.72 ●17.72 ●17.72 ●17.72 <t< td=""><td>电话: 480-792-7200</td><td>电话: 86-10-8569-7000</td><td>电话: 91-11-4160-8631</td><td>丹麦 - 哥本哈根</td></t<>	电话: 480-792-7200	电话: 86-10-8569-7000	电话: 91-11-4160-8631	丹麦 - 哥本哈根
技术支持: 电話: 86-28-8665-5511 电话: 91-20-1121-0111 传菜: 45-4455-2282 PML: 中国 - 変大 日本 - 大阪 ア兰・教所送 PML: 电话: 86-23-88980-9880 电话: 81-8-6152-7160 电话: 358-9-4520-820 UWW:microthip.com 中国 - 方州 時間 - 大麻 長期 - 大麻 長期 - 大麻 長期 - 大麻 QMM-2 电话: 86-20-8755-8029 电话: 81-3-8680-3770 电话: 33-169-36-320 世話: 86-20-8755-8029 电话: 82-55744-4301 後間 - 小米 使式: 33-169-36-320 支方: クボーク・パイ 時間 - 大麻 电话: 80-997.01 电话: 80-20-8755-8029 电话: 82-55744-4301 後間 - 小米 支持: 757-7061 中国 - 方州 市話 86-571-8702.01 日志: 80-26547200 後間 - や祭 支加子 中国 - 市営 小田 市営 862-9437-200 電話: 80-4723768400 电话: 80-4721725700 支加子 電話 86-52-8072-355 电话: 80-4271-8070 電話: 80-472172500 電話: 80-472172500 電話: 80-4972182570 支加子 中国 - 市営 中国 - 市営 新加 ロビ: 80-49214-42570 電話: 80-527-8020 电话: 80-42714705 支当: 74.7 電話:	传真: 480-792-7277	中国 - 成都	印度 - 浦那	电话: 45-4485-5910
www.microchip.com/support 中国・童庆 日本・友阪 芳二・5時/000000000000000000000000000000000000	技术支持:	电话: 86-28-8665-5511	电话: 91-20-4121-0141	传真: 45-4485-2829
回転: 电话: 68-23-8980-9688 电话: 68-23-8980-9688 电话: 68-23-880-970 电话: 83-482-9420-820 政告太 电话: 68-769-8702-9880 电话: 81-36480-3770 电话: 33-169-53-93-20 御馬: 水田 第日 ·大郎 #日: 33-169-53-93-20 地话: 82-3744-4301 #E : 33-169-53-93-20 電話: 67-87-970-914 地話: 82-23744-4301 #E : 49-831-9700 電話: 67-87-970-914 地話: 82-2554-7200 #E : 49-212-3766400 次1 : 中日: 74 : 74 : 74 : 62: 49-212-3766400 次1 : 74 : 74 : 74 : 74 : 74.7760-0087 #E : 63-25-51-7306 #E : 49-721-625370 72 : 74 : 76 : 74	www.microchip.com/support	中国 - 重庆	日本 - 大阪	芬兰 - 埃斯波
www.netrochip.com 中国・充売 日本・东京 法田 公田 取今二大 电话: 86-769-8702-9800 电话: 81-6880-3770 电话: 33-169-53-63-20 電店: 678-957-9614 电话: 86-20-8775-8029 电话: 82-253-744-4301 着田 小川 奥斯汀, 第京产斯升 电话: 86-271-8722-8115 电话: 82-2554-7200 着田 着田 小川 奥斯汀, 第京产斯升 电话: 86-571-8792-8115 电话: 82-2554-7200 着田 海市 小川 東方: 725-73370 中国 - 香港 中国 - 常方 电话: 82-2554-7200 着田 - 海方 電話: 49-212-3768400 車店: 512-257-3370 中国 - 香港 中国: ホア 母来西辺: 市路次 電球面: 49-7131-72400 車店: 774-780-0087 电话: 86-52-8547-32460 电话: 63-2634-9065 着田 - キャボラ 支市斯 中国: 市方 中国: 市方 市話: 86-25-817 香田 毎日 支市新 中国: 市方 中国: 市方 市話: 86-26237 電話: 49-714-72400 電話: 49-714-72400 電話: 65-76-827071 电话: 86-532-8502-7355 电话: 65-76-3370 菅田: 49-714-72400 電話: 49-714-7240 支市新 中国: 市方 市国: 市方 市話: 86-251-3240 電話: 892-7144-44 任任: 49-89-627-144-41 <td>网址:</td> <td>电话: 86-23-8980-9588</td> <td>电话: 81-6-6152-7160</td> <td>电话: 358-9-4520-820</td>	网址:	电话: 86-23-8980-9588	电话: 81-6-6152-7160	电话: 358-9-4520-820
聖養式 电话: 86:769.4702-9880 电话: 813-46880-3770 电话: 33-1-69-53-320 準声時、佐治亚州 中国・广州 第回・大塚 格賞: 33-1-69-53-90-97 世話: 678-957-1455 中国・杭州 第回 ·大塚 地話: 82-3374-4301 奥斯汀, 菊克莎斯州 电话: 86-20-8755-8029 电话: 82-353-744-4301 地話: 49-8031-9700 奥斯汀, 菊克莎斯州 电话: 86-571-8792-8115 电话: 82-2554-7200 福田·哈恩 电话: 852-247-3370 中国 · 南林 中国 中国 車斯特伯島、马萨诺塞州 中国·布克 马来 西型	www.microchip.com	中国 - 东莞	日本 - 东京	法国 - 巴黎
御声訴,在治亚州 中国・广州 韩国、大郎 侍真:33-1-66-30-90-79 电话:678-957-9614 电话:86-20-8755-8029 电话:82-53-744-4301 福田・加米 奥斯汀,彼克萨斯州 电话:86-20-8755-8029 电话:82-53-744-4301 福田・加米 奥斯汀,彼克萨斯州 电话:86-20-8755-8029 电话:82-2554-7200 福田・和米 奥斯汀,彼克萨斯州 电话:86-27-8702 日話:82-2564-7200 福田・和米 車時倍伯魯、马鼻波書塗用 中国・南京 日志:60-376517066 福田-第水不衛隆 車時裕伯魯、马鼻波書塗用 中国・春島 日本:60-4227-8870 福田 -第水不衛慶 車店:74-760-0087 中国:春島 田古:60-4227-8870 福田 -第水不衛慶 支海斯 中国 - 青島 事非真 - 马尼払 田古:60-2-634-9065 福田 -第水不衛慶 支海斯 田古:86-532-8502-7355 电话:62-634-8670 使活:49-89-627-144-40 使者:630-285-0071 电话:86-532-8570 電話:62-934-9655 福田:62-828-877 支海斯 田古:86-532-8170 电话:86-52-8174 町面:86-52-8174 西方 福田:755-866 电话:92-924-7144-40 世話:86-25-911 电话:86-25-914 田古:86-25-2504-8000 电话:92-924-7144-44 ●89-8627-144-40 世話:86-21-824-2301 电话:86-75-8864-2200 电话:86-75-8366 电话:92-924-	亚特兰大	电话: 86-769-8702-9880	电话: 81-3-6880-3770	电话: 33-1-69-53-63-20
世話: 678-957-9614 世話: 86-20-8755-8029 世話: 82-53-744301 第回 - 市次 第一 - 市次 第目 - 市次 第一 - 市次 第目 - 市 - 市 - 市 - 市 - 市 - 市 - 市 - 市 - 市 - 市	德卢斯,佐治亚州	中国 - 广州	韩国 - 大邱	传真: 33-1-69-30-90-79
有美。678-957-1455 中国・杭州 韓国 音尔 电话: 49-8931-9700 奥斯汀, 敏克那州 电话: 86-571-8792-8115 电话: 82-254-7200 第日 哈克 电话: 512-257-3370 中国 海京 3-xmg. chab 电话: 49-2129-376400 市時倍角、马岸諸寒州 中国 南京 3-xmg. chab 电话: 49-2129-376400 市坊: 60-3-7651-7906 第日 -海尔布隆 电话: 49-711-72400 电话: 74-760-0087 电话: 86-25-8473-2460 电话: 60-4-227-8870 福廷: 49-721-625370 支加斯 电话: 86-25-28473-2460 电话: 60-4-227-8870 福廷: 49-721-625370 支指方: 674-760-0088 中日 市京 第月 花 第市 60-4-227-8870 福廷: 49-721-625370 支指方: 674-760-0088 中日 市高 第市 78-80 電話: 60-4-227-8870 福廷: 49-721-625370 支指方: 630-285-0071 电话: 86-27-5326-8000 电话: 63-2634-8870 夜吉: 49-89-627-144-0 世話: 630-285-0075 中日 -沈川 台湾地区 -新竹 第日 -罗杰海姆 电话: 86-755-8864-2200 电话: 86-72-13-7830 电话: 49-89-627-144-0 世話: 972-818-7423 电话: 86-755-8864-2200 电话: 86-72-13-7830 电话: 49-89-627-144-0 電話: 972-818-7423 电话: 86-755-8864-2200 电话: 86-72-13-7830 电话: 49-89-627-144-0 電話: 972-818-7423 电话: 86-755-8864-2200	电话: 678-957-9614	电话: 86-20-8755-8029	电话: 82-53-744-4301	德国 - 加兴
奥斯汀、葱菜萨斯州 电话: 86-571-8792-8115 电话: 82-2-554-7200 第国 第国 中国 帝周 电话: 512-257-3370 中国 -市業特別行政区 马來西亚、青澤政 电话: 49-2129-3766400 市新特信告: 马穿诸塞州 中国 -市京 马來西亚、青澤政 电话: 49-7131-72400 电话: 86-25-8473-2460 电话: 60-4.227-8870 福田: 49-7131-72400 世话: 86-525-8473-2460 电话: 60-4.227-8870 福田: 49-7131-72400 芝萬市: 774-760-0088 中国 - 市方 事業 -9.82 -9.73 458 文都斯 电话: 86-521-8326-8027-7355 电话: 63-263-40305 #国: -9.741-7705 支法新 -1.85 -1.3325-8000 电话: 65-6334-8870 世話: 9.8901-5354-560 阿猫: -18:-85-72-18320 电话: 868-571-8360 电话: 9.9901-5354-560 回該: -62-233-1526 中国: -737-8363 电话: 9.991-744-7705 建活: -85-75-898-5300 电话: 866-2259-6600 電話:	传真: 678-957-1455	中国 - 杭州	韩国 - 首尔	电话: 49-8931-9700
电話: 512-257-3370 中国 - 香港特别行政区 马来西亚 - 吉隆坡 电话: 49-2129-3766400 波士頓 电话: 652-22943-5100 电话: 60.37651-7906 福田 - 海水介隆 中国 - 市京 马来西亚 - 古隆坡 电话: 60.37651-7906 福田 - 海水介隆 电话: 774-760-0087 电话: 86-225-8473-2460 电话: 60.4-227-8870 福田 - ホッホ隆 支加新 中国 - 市為 事業会 - 马見放 电话: 60-4-227-8870 福田 - ホッボ隆 支加新 中国 - 大海 市話: 86-236-802.7355 电话: 60-4-227-8870 福田 - ホッボ 49-7131-72400 支活 632-285-0071 电话: 86-21-3326-8000 电话: 65-6334-8870 伊恵: 49-89-627-144-40 作真: 630-285-0075 中国 - 大川 台湾地区 - 新介 48日 - 罗赤海姆 电话: 86-3577-8366 电话: 49-890-327-144-40 作真: 630-285-0075 中国 - 大川 台湾地区 - 新介 48日 - ジー326-714-40 48日 - ジー326-714-40 作真: 630-285-0075 中国 - 大川 台湾地区 - 高和 UCAD - オボボ市 48日 - ジー326-714-40 作真: 630-285-0075 中国 - 大川 台湾 - 56-736-866 电话: 65-271-7530 电话: 972-974-7705 48日 - ジー326-2508-8600 电话: 39-031-742611 康吉: 86-257-5803 电话: 86-22-508-8600 电话: 86-27-589-8530 电话: 86-22-508-8600 电话: 31-416-690340 461: 39-049-7625286 461: 31-416-690340	奥斯汀,德克萨斯州	电话: 86-571-8792-8115	电话: 82-2-554-7200	德国 - 哈恩
改士顿 电话: 852-2943-5100 电话: 60-3-7651-7906 傷日 -海东市隆 市期時伯魚: 马랻诸產州 中日 -南京 马来西亚 - 核廃時 电话: 49-7131-72400 电话: 74-760-0087 电话: 86-25-8473-2460 电话: 60-4-227-8870 徳田: 49-721-625370 芝加哥 电话: 86-52-8502-7355 电话: 60-4-227-8870 徳田: 49-721-625370 芝加哥 电话: 86-52-8502-7355 电话: 63-2-634-9065 福田 - 林田 世話: 630-285-0071 电话: 86-21-3326-8000 电话: 65-6334-8870 使点: 49-89-627-144-40 使点: 630-285-0075 中田 - 北印 台湾地区 - 新小 御田 - 夕森海姆 世话: 86-721-326-8000 电话: 86-6334-8870 使点: 49-89-627-144-44 使点: 630-285-0075 中田 - 北印 台湾地区 - 南小 御田: 49-8031-354-560 伊爾 - 沈阳 白湾地区 - 南北 台湾地区 - 南北 台湾地区 - 高北 台湾地区 - 高北 世话: 972-818-2924 中国 - 水列 台湾地区 - 白北 台湾大利 - 北夕 台湾 - 39-031-742611 市話: 86-755-864-2200 电话: 86-721351 台湾大利 - 北夕 台湾大利 - 北夕 白湾 - 39-0371-742611 市話: 86-725-800-5300 电话: 86-724-1351 台湾 - 49-40-7652 台湾 - 49-76522866 日话: 39-049-76522866 申請: 317-773-8453 电话: 86-756-32100	电话: 512-257-3370	中国 - 香港特别行政区	马来西亚 - 吉隆坡	电话: 49-2129-3766400
中間中間: 与学商基州 中国 · 南京 马来西亚 · 核梅屿 电话: 49:7-131-72400 电话: 774-760-0087 电话: 86:25-8473-2460 电话: 60:4-227-8870 第0: +5/3/% = h 芝加哥 电话: 86:25-8473-2460 电话: 60:4-227-8870 第0: +5/3/% = h 芝加哥 电话: 86:52-8473-2460 电话: 86:32-634-0850 第1: 49-721-625370 芝加哥 电话: 86:25-8473-2460 电话: 86:32-632-49065 第0: - \$5/3/% = h 支指: 86:32-8502-7355 中国 - 上海 新加坡 电话: 83-2-634-0850 #1: 49-89-627-144-0 使素: 80:32-850-075 中国 - 沈府 日話: 86:21-3326-8000 #1: 48-8031-354-560 #1: 49-89-627-144-44 女拉教 中国 - 沈府 日話: 86:21-3326-8000 #1: 48-8031-354-560 #1: 49-89-627-144-40 使素: 972-818-2924 中国 - 沈所 台湾 48-63-78366 #1: 49-6303-354-560 #1: 49-87 定約 第246-846-4000 中国 - 沈州 白湾 48-252-584-5200 #1: 886-257-58-8600 #1: 39-049-7625286 市法: 241: 94-5893 中国 - ⑦] 0[波士顿	电话: 852-2943-5100	电话: 60-3-7651-7906	德国 - 海尔布隆
 电话: 774-760-0087 电话: 86-25-8473-2460 电话: 60-4-227-8870 第第次: 月2,2 第第次: 月3,2 电话: 86-32-8502-7355 电话: 86-32-8502-7355 电话: 86-32-8502-7355 电话: 86-32-8502-7355 电话: 86-32-850071 电话: 86-21-3326-8000 电话: 86-21-3326-8000 电话: 86-21-3326-8000 电话: 86-21-3326-8000 电话: 86-21-3326-8000 电话: 86-21-3326-8000 电话: 86-23-8507 (位式: 86-21-3326-8000 电话: 86-21-3326-8000 电话: 86-21-3326-8000 电话: 86-21-3326-8000 电话: 86-21-3326-8000 电话: 86-21-3324-2829 电话: 86-22-334-2829 电话: 86-22-334-2820 电话: 86-75-8366 电话: 972-9744-7705 老丁 中国·茨Л 白湾地区 - 高和 印合地区 - 高和 印合地区 - 高和 印合地区 - 高和 印合地区 - 合北 市子利 - 大阪 中国 - 茨八 中国 - 茂八 中国 - 丁八 中国 - 茨八 中国 - 茨八 中国 - 茨八 中国 - 丁八 中国 - 丁八 中国 - 茨八 中国 - 汞和 中国 - 汞和 中国 - 丁八 中国 - 汞和 	韦斯特伯鲁, 马萨诸塞州	中国 - 南京	马来西亚 - 槟榔屿	电话: 49-7131-72400
有点: 774.760-0088 中国・育為 華神宾・马尼拉 电话: 49-721-625370 芝加哥 电话: 86-532-8502-7355 电话: 63-2-634-9065 猪国・夢尼黒 电话: 630-285-0071 电话: 86-523-8502-7355 电话: 65-6334-8870 健话: 49-89-627-144-0 使真: 630-285-0075 中国・上海 新加坡 电话: 66-6334-8870 健话: 49-89-627-144-0 技力新 电话: 86-21-3326-8000 电话: 66-6334-8870 健话: 49-80-627-144-04 修真: 630-285-0075 中国・沈川 台湾地区 -新竹 福日	电话: 774-760-0087	电话: 86-25-8473-2460	电话: 60-4-227-8870	德国 - 卡尔斯鲁厄
Z加哥 电话:86-532-8502-7355 电话:63-2634-9065 衛国 - 肥福 支塔斯卡,伊利诺伊州 中国 - 上海 新加坡 电话:49-89-627-144-04 电话:630-285-0071 电话:86-21-3326-8000 电话:65-6334-8870 後耳:49-809-627-144-44 後真:630-285-0075 中国 - 沈阳 台湾地区 - 新竹 修耳:98-9627-144-44 次と数所 电话:86-21-3326-8000 电话:85-6334-8870 修耳:49-809-627-144-44 が成 中国 - 沈阳 台湾地区 - 新竹 修耳:49-809-627-144-705 地话:86-21-334-2829 电话:86-6-33-77-8366 电话:49-809-1354-560 地话:972-818-7423 电话:86-758-8864-2200 电话:86-7213-7830 电话:972-9744-7705 皮素 972-818-2924 中国 - 苏州 台湾地区 - 高雄 以色列 - 老那市 店:86186-6233-1526 地话:886-2-2508-8600 电话:972-9744-7705 きま 電話:86-827-5580-5300 电话:86-2-694-1351 麦大利 - 帕多瓦 電石 市場:86-89-8833-7252 电话:86-29-8833-7252 电话:84-28-5448-2100 荷兰:39-0437-7625286 電話:86-756-3210040 単話:86-756-3210040 単話:47-72884388 被占:47-7284388 電話:86-756-3210040 単話:40-221-407-87-50 西元:40-21-407-87-50 四方:31-7345453	传真: 774-760-0088	中国 - 青岛	菲律宾 - 马尼拉	电话: 49-721-625370
支格動下, 伊利诺伊州 中国 - 上海 新加坡 电话: 49-89-627-144-0 电话: 630-285-0071 电话: 86-21-3326-8000 电话: 65-6334-8870 传真: 49-89-627-144-44 佐泊: 630-285-0075 中国 - 沈阳 台湾地区 - 新竹 福田 - 罗森海姆 送拉斯 电话: 86-24-2334-2829 电话: 866-3-577-8366 电话: 49-8031-534-560 阿迪森, 德克萨斯州 电话: 86-24-2334-2829 电话: 866-3-577-8366 电话: 972-9744-7705 传真: 972-818-7423 电话: 86-24-2334-2820 电话: 886-7-213-7830 电话: 972-9744-7705 传真: 972-818-7423 电话: 86-253-1526 电话: 886-2-2508-8600 电话: 972-9744-7705 修算: 972-9744-7705 右方利 金大利 - 米兰 金大利 - 米兰 席特維 電話: 86-155-8864-2200 电话: 886-2-2508-8600 电话: 93-0331-742611 市子: 248-848-4000 中国 - 武汉 本国 - 金分 使真: 39-049-7625286 中国: 201 电话: 86-27-5980-5300 电话: 66-2394-1351 金大利 - 帕多瓦 申诺: 86-29-8833-7552 中国 - 現 中国 - 現 电话: 86-956-3210040 福话: 86-756-3210040 浴杉和 电话: 86-756-3210040 年話: 86-29-3825737 罗马-2325737 フ-242-3325737 市話: 91-1273-7800 男子: 349-462-9608 <td< td=""><td>芝加哥</td><td>电话: 86-532-8502-7355</td><td>电话: 63-2-634-9065</td><td>德国 - 慕尼黑</td></td<>	芝加哥	电话: 86-532-8502-7355	电话: 63-2-634-9065	德国 - 慕尼黑
电话: 630-285-0071 电话: 86-21-3326-8000 电话: 65-6334-8870 传真: 49-89-627-144-44 佐菜: 630-285-0075 中国 - 沈阳 台湾地区 - 新竹 福田 - 罗森海姆 电话: 862-24-2334-2829 电话: 868-3-577-8366 电话: 97-818-7423 电话: 972-818-7423 电话: 866-7213-7830 电话: 97-9-87-87-705 佐菜: 972-818-7423 电话: 866-6233-1526 电话: 866-7-213-7830 电话: 97-9-9-74-7705 佐菜: 972-818-7924 中国 - 沈八 白湾地区 - 白北 意大利 - 代芝 97-9-9-74-7705 佐菜: 972-818-2924 中国 - 沈八 七活: 86-7-213-7830 电话: 97-9-9-74-7705 佐菜: 97-9-848-2900 中国 - 元次 本国 - 927 使活: 86-2-2508-8600 电话: 93-0331-742611 市話: 86-27-5980-5300 中国 - 元次 本国 - 927 电话: 86-2-694-1351 意大利 - 帕亥元 ● ● 第5-30-0376 ● ● ● ● ● ● ● ● ● ● ● ● ● ● ● ● ● ● ●	艾塔斯卡,伊利诺伊州	中国 - 上海	新加坡	电话: 49-89-627-144-0
佐良: 中国 - 沈阳 台湾地区 - 新竹 第国 - 罗森海姆 达拉斯 电话: 862-2534-2829 电话: 886-3-577-8366 电话: 49-8031-354-560 阿迪森, 徳克萨斯州 中国 - 深川 台湾地区 - 高雄 UQ-97-37870 电话: 972-97-44-7705 修真: 972-818-2924 中国 - 苏州 台湾地区 - 高雄 レ名列 - 邦二 20-97-44-7705 唐森神 电话: 86-755-8864-2200 电话: 886-7-213-7830 电话: 972-9-744-7705 唐森 858-755-8864-2200 电话: 886-7-2508-8600 电话: 972-9-744-7705 唐森 858-84-4000 中国 - 苏川 白湾 出 886-22-2508-8600 电话: 39-0331-742611 中国 - 西次 地話: 86-757-8980-5300 电话: 86-76-6294-1351 盒大利 - 帕多瓦 中国 - 西安 电话: 86-29-8833-7252 电话: 847-48-590399 电话: 31-416-690399 电话: 81-7773-8323 中国 - 厦门 电话: 86-592-2388138 电话: 84-72-284388 波兰 - 40-7284388 皮兰: 94-462-96523 电话: 86-756-3210040 単活: 40-721-407-87-50 <td>电话: 630-285-0071</td> <td>电话: 86-21-3326-8000</td> <td>电话: 65-6334-8870</td> <td>传真: 49-89-627-144-44</td>	电话: 630-285-0071	电话: 86-21-3326-8000	电话: 65-6334-8870	传真: 49-89-627-144-44
広23所 电话: 86-24-2334-2829 电话: 886-3-577-8366 电话: 49-8031-354-560 阿迪森, 德克萨斯州 中国 - 深圳 台湾地区 - 高雄 以色列 - 若那那市 电话: 972-818-2924 中国 - 沈川 台湾地区 - 高雄 以色列 - 若那那市 度特件 电话: 86-755-8864-2200 电话: 886-7-213-7830 电话: 972-9-744-7705 店株伸 电话: 86-755-8864-2200 电话: 886-7-213-7830 电话: 972-9-744-7705 店株伸 电话: 86-755-8864-2200 电话: 886-22508-8600 电话: 90-331-742611 店: 248-848-4000 中国 - 沈八 秦国 - 愛分 传真: 39-0331-742611 电话: 248-848-4000 电话: 86-27-5980-5300 电话: 866-2-694-1351 意大利 - 帕多瓦 中国 - 武父 地话: 86-29-8833-7252 电话: 86-29-8833-7252 电话: 86-592-2388138 电话: 84-28-5448-2100 荷兰 - 鶴戸内市 电话: 317-773-3423 电话: 86-592-2388138 中国 - 沈升 电话: 86-592-3286138 电话: 84-28-5448-2100 荷兰 - 鶴子内市 电话: 317-773-5453 电话: 86-756-3210040 単活 - 86-2694-1351 万公 - 420 电话: 47-7284388 浴社 - 9442-9608 电话: 86-756-3210040 単品: 86-756-3210040 単品: 42-23325737 罗马尼 浴社 - 9442-9608 电话: 86-756-3210040 単品: 40-21-4	传具: 630-285-0075	中国 - 沈阳	台湾地区 - 新竹	德国 - 罗森海姆
四連線, 總見評新州 中国 -深圳 台湾地区 - 高雄 以色列 - 若那那市 电话: 972-818-7423 电话: 86-755-8864-2200 电话: 886-7-213-7830 电话: 972-9-744-7705 度; 972-818-7423 电话: 86-755-8864-2200 电话: 886-7-213-7830 电话: 972-9-744-7705 度; 972-818-7423 电话: 86-755-8864-2200 电话: 886-7-213-7830 电话: 972-9-744-7705 度; 972-818-7423 电话: 86-186-6233-1526 电话: 886-22-508-8600 电话: 39-0331-742611 度; 248-848-4000 中国 - 元次 奉国 - 曼谷 (長算: 39-0331-466781 电话: 248-848-4000 电话: 86-27-5980-5300 电话: 66-2-694-1351 意大利 - 舵三 中国 - 西交 电话: 66-2-694-1351 意大利 - 約2 (長算: 39-0437-7625286 申话: 86-29-8833-7252 电话: 86-29-8833-7252 电话: 84-28-5448-2100 荷兰: 49-040 申黃: 86-756-3210040 电话: 84-28-5448-2100 荷兰: 49-04 展示 : 40-21-407-87 电话: 317-733-6453 电话: 86-756-3210040 唐云: 48-22-3325737 慶の 客杉 中国 - 元本 申古: 48-22-3325737 夏马尼亚: 47-7284388 波兰: 48-22-3325737 客村 単活: 86-756-3210040 単活: 48-22-3325737 夏马尼亚: 47-78438 波兰: 48-22-3325737 安日: 93-94-6	达拉斯 一 一 一 一 一 一 一 一 一 一 一 一 一 一 一 一 一 一 一	电话: 86-24-2334-2829	电话: 886-3-577-8366	电话: 49-8031-354-560
 电话: 972-818-7423 电话: 86-755-8864-2200 电话: 886-7-213-7830 电话: 972-9.744-7705 金大利 - 米兰 金大利 - 米兰 電话: 86-186-6233-1526 中国 - 武汉 車话: 86-2-508-8600 电话: 39-0331-742611 (長葉) - 42 春国 - 夏公 電话: 886-2-2508-8600 電话: 39-0331-466781 第(1) 电话: 86-27-5980-5300 中国 - 武汉 車话: 86-27-5980-5300 中国 - 西安 电话: 86-28-694-1351 (中国 - 西安) 电话: 86-29-8833-7252 电话: 86-29-8833-7252 电话: 86-29-8833-7252 电话: 86-29-2388138 中国 - 厦门 电话: 86-592-2388138 中国 - 珠海 电话: 86-756-3210040 本国 - 珠海 电话: 86-756-3210040 本国 - 第(1) 电话: 40-21-407-87-50 西班牙 - 马德里 电话: 919-844-7510 细約, 细約州 	阿迪森, 德克萨斯州	中国 - 深圳	台湾地区 - 高雄	以色列 - 若那那市
市国・那州台湾地区 - 台北意大利 - 米兰底特律电话: 86-186-6233-1526电话: 886-2-2508-8600电话: 39-0331-742611谐击: 88-848-4000中国 - 武汉泰国 - 曼谷电话: 39-0331-742611中国 - 武汉泰国 - 曼谷电话: 39-0331-742611意大利 - 帕多瓦电话: 248-848-4000中国 - 武汉电话: 66-2-694-1351意大利 - 帕多瓦中国 - 西安电话: 86-27-5980-5300电话: 66-2-694-1351意大利 - 帕多瓦中国 - 西安电话: 86-29-8833-7252电话: 84-28-5448-2100荷兰 - 畲卢内市电话: 317-773-8323中国 - 厦门电话: 86-92-2388138电话: 31-416-690399电话: 317-773-8323中国 - 珠海电话: 86-756-3210040围話: 47-72884388电话: 317-536-2380电话: 86-756-3210040馬丁 - 平2884388電话: 44-22-3325737罗马和、北卡罗来纳州电话: 919-844-7510田话: 31-7708-08-90電话: 34-91-708-08-90电话: 919-844-7510田话: 919-844-7510田话: 31-1708-08-91電话: 34-91-708-08-91细约, 细约州山岳: 919-844-7510田岳: 919-844-7510田岳: 919-844-7510	电话: 972-818-7423	电话: 86-755-8864-2200	电话: 886-7-213-7830	电话: 972-9-744-7705
成符P 电话: 86-186-6233-1526 电话: 886-2-2508-8600 电话: 39-0331-742611 诺维, 密歇根州 电话: 824-848-4000 中国 - 武汉 泰国 - 曼公 电话: 39-0331-466781 电话: 248-848-4000 电话: 86-27-5980-5300 电话: 66-2-694-1351 意大利 - 帕多瓦 电话: 281-894-5983 中国 - 西安 越南 - 胡志明市 电话: 39-049-7625286 印第安纳波利斯 电话: 86-29-8833-7252 电话: 84-28-5448-2100 荷兰 - 德卢内市 电话: 317-773-8323 电话: 86-592-2388138 电话: 86-592-2388138 电话: 84-28-5448-2100 荷兰 - 總方 电话: 317-773-5453 电话: 86-756-3210040 単话: 84-28-5448-2100 伊區 - 康二 御田 米慎维荷, 加利福尼亚州 电话: 86-756-3210040 単话: 84-28-5448-2100 御廷: 47-72884388 波兰 - 华沙 電話: 917-773-5453 电话: 86-756-3210040 単話: 84-28-5448-2100 御田 那成 - 特隆赫姆 電話: 917-773-75403 电话: 86-756-3210040 単話: 84-28-5448-2100 西田 那成 - 特隆赫那姆 電話: 917-727-7800 四子 東御 電話: 48-27-3325737 罗马马尼亚 - 布加勒斯特 电话: 917-707-7800 四子 中国 田 田 田 罗利, 北卡罗來納州 电话: 917-707-08-08-90 电话: 34	传具: 972-818-2924	中国 - 苏州	台湾地区 - 台北	意大利 - 米兰
昭祖, 密敏(所) 中国 - 武汉 泰国 - 曼谷 传真: 39-0331-466781 电话: 248-848-4000 电话: 86-27-5980-5300 电话: 66-2-694-1351 意大利 - 帕多瓦 电话: 281-894-5983 中国 - 西安 电话: 66-2-694-1351 意大利 - 帕多瓦 印第安纳波利斯 电话: 86-29-8833-7252 电话: 84-28-5448-2100 荷兰 - 德卢内市 印第安纳波利斯 中国 - 厦门 电话: 86-592-2388138 电话: 84-28-5448-2100 荷兰 - 德卢内市 电话: 317-773-5453 电话: 86-592-2388138 中国 - 珠海 电话: 86-756-3210040 塔丁 - 行284388 ※核和 电话: 86-756-3210040 地话: 48-22-3325737 罗马尼亚 - 布加勒斯特 电话: 949-462-9523 电话: 951-273-7800 西班子 - 马德里 电话: 34-91-708-08-90 罗利, 北卡罗来纳州 电话: 919-844-7510 田话: 34-91-708-08-90 伊真: 34-91-708-08-91 细话: 919-844-7510 田台: 910-914-10 田台: 910-914-10 田台: 910-914-10	成符律	电话: 86-186-6233-1526	电话: 886-2-2508-8600	电话: 39-0331-742611
电话: 246-648-4000 电话: 86-27-5980-5300 电话: 66-2-694-1351 意大利 - 帕多瓦 体斯顿, 德克萨斯州 中国 - 西安 电话: 86-29-8833-7252 地雨 - 胡志明市 电话: 39-049-7625286 印第安纳波利斯 电话: 86-29-8833-7252 电话: 84-28-5448-2100 荷兰 - 德卢内市 电话: 31-416-690399 电话: 317-773-8323 中国 - 厦门 电话: 86-592-2388138 电话: 86-592-2388138 电话: 31-416-690340 中国 - 珠海 电话: 86-756-3210040 电话: 86-756-3210040 挪威 - 特隆赫姆 电话: 47-72884388 ※放车 - 华沙 电话: 48-22-3325737 罗马尼亚 - 布加勒斯特 电话: 40-21-407-87-50 西班子 - 949-462-9523 电话: 951-273-7800 西班子 - 马德里 电话: 34-91-708-08-90 罗利, 北卡罗来纳州 电话: 919-844-7510 电话: 919-844-7510 田话 - 10-1708-08-90 细约, 细约州 レビー 100-100 田话 - 100-100 田话 - 100-100	佑维, 密歇根州	中国 - 武汉	泰国 - 曼谷	传真: 39-0331-466781
休所物, 後見9 折所 中国 - 西安 越南 - 胡志明市 电话: 39-049-7625286 申第安纳波利斯 电话: 86-29-8833-7252 电话: 84-28-5448-2100 荷兰 - 德卢内市 申第安纳波利斯 电话: 86-29-2388138 电话: 86-592-2388138 电话: 81-28-5448-2100 荷兰 - 德卢内市 电话: 317-773-8323 电话: 86-592-2388138 中国 - 張海 电话: 81-416-690340 謝家 - 特隆赫姆 电话: 317-773-5453 电话: 86-756-3210040 単话: 86-756-3210040 挪威 - 特隆赫姆 电话: 47-72884388 米慎维荷, 加利福尼亚州 电话: 86-756-3210040 単话: 86-756-3210040 御田 - 张海 電话: 48-22-3325737 罗马4-62-9523 电话: 949-462-9523 电话: 951-273-7800 四班 - 布加勒斯特 电话: 951-273-7800 罗利, 北卡罗糸纳州 电话: 919-844-7510 西话: 34-91-708-08-90 电话: 919-844-7510 細幼, 細幼州 本 - 1 04-01-00-02 田 - 1 04-01-00-02	电话: 248-848-4000	电话: 86-27-5980-5300	电话: 66-2-694-1351	意大利 - 帕多瓦
电话: 261-294-5983 电话: 86-29-8833-7252 中国 - 厦门 电话: 84-28-5448-2100 荷兰 - 德卢内市 市事 - 厦门 电话: 86-592-2388138 中国 - 厦门 电话: 81-1416-690399 使真: 31-416-690340 地话: 317-773-8323 中国 - 珠海 电话: 86-592-2388138 中国 - 珠海 电话: 86-756-3210040 米慎维荷, 加利福尼亚州 电话: 86-756-3210040 単話: 86-756-3210040 挪威 - 特隆赫姆 电话: 47-72884388 波兰 - 华沙 电话: 949-462-9523 电话: 86-756-3210040 脚齿: 48-22-3325737 罗马尼亚 - 布加勒斯特 电话: 951-273-7800 罗利, 北卡罗来纳州 电话: 919-844-7510 四班子 - 马德里 电话: 34-91-708-08-90 电话: 919-844-7510 田话: 919-844-7510 田话: 04-21-00 + 02 田瑞 - 40-21-00 + 02	117·斯顿,德兄萨斯州 中迁 004 004 5002	中国 - 西安	越南 - 胡志明市	电话: 39-049-7625286
中国・厦门 电话:31-416-690399 電話:317-773-8323 电话:86-592-2388138 中国・珠海 电话:86-592-2388138 中国・珠海 电话:86-592-2388138 中国・珠海 电话:86-756-3210040 溶杉矶 电话:86-756-3210040 溶杉矶 电话:86-756-3210040 溶杉矶 电话:86-756-3210040 水慎维荷,加利福尼亚州 电话:86-756-3210040 地话:949-462-9523 电话:86-756-3210040 电话:949-462-9523 电话:48-22-3325737 罗马凡亚・布加勒斯特 电话:40-21-407-87-50 西班子・马魯里 电话:40-21-407-87-50 西班子・马魯里 电话:34-91-708-08-90 电话:919-844-7510 电话:919-844-7510 細約,細約州 中街:00-01-700-02	电位: 201-094-3903	电话: 86-29-8833-7252	电话: 84-28-5448-2100	荷兰 - 德卢内市
 由市が知識が、中第文(45)/1 电话: 317-773-8323 传真: 317-773-8323 作国- 珠海 电话: 317-536-2380 洛杉矶 米慎维荷,加利福尼亚州 电话: 86-756-3210040 洛杉矶 米慎维荷,加利福尼亚州 电话: 949-462-9523 传真: 949-462-9608 电话: 951-273-7800 罗利,北卡罗来纳州 电话: 919-844-7510 纽约, 纽约州 (内) (中) (中) (中) (中) (中) (中) (中) (中) <	中泉文纳波利州 诺布尔斯维尔 印第字轴刷	中国 - 厦门		电话: 31-416-690399
电话: 3/1-773-5453 中国 - 珠海 挪威 - 特隆赫姆 电话: 317-73-5453 电话: 86-756-3210040 电话: 47-72884388 波兰 - 华沙 电话: 47-72884388 波兰 - 华沙 客杉矶 电话: 48-22-3325737 罗马尼亚 - 布加勒斯特 电话: 949-462-9523 电话: 40-21-407-87-50 西班牙 - 马德里 电话: 951-273-7800 巴话: 34-91-708-08-90 使真: 34-91-708-08-90 罗利, 北卡罗来纳州 电话: 919-844-7510 現山 - 朝修 日本 - 朝修 銀約, 銀約州 日本 - 100-120-10	由中小为维小,中分女的川 由任 917 779 9999	电话: 86-592-2388138		传真: 31-416-690340
电话:317-736-0333 电话:86-756-3210040 电话:47-72884388 速 4000 4000 溶杉矶 电话:86-756-3210040 电话:47-72884388 浓丝- 华沙 电话:48-22-3325737 罗马尼亚 - 布加勒斯特 电话:40-21-407-87-50 西班牙 - 马德里 电话:34-91-708-08-90 电话:919-844-7510 电话:34-91-708-08-91 细约, 细约州 地位:001-701-0010	电话: 317-773-6323 往直, 317 773 5453	中国 - 珠海		挪威 - 特隆赫姆
地話: 317-5362-2360 波兰 - 华沙 洛杉矶 电话: 48-22-3325737 米慎维荷,加利福尼亚州 电话: 48-22-3325737 罗马尼亚 - 布加勒斯特 电话: 40-21-407-87-50 西班牙 - 马德里 电话: 34-91-708-08-90 电话: 919-844-7510 传真: 34-91-708-08-91 细约, 细约州 瑞央 - 哥德堡	由任 217 526 2280	电话: 86-756-3210040		电话: 47-72884388
H1/29/4 电话: 48-22-3325737 米慎维荷,加利福尼亚州 电话: 48-22-3325737 电话: 949-462-9523 电话: 40-21-407-87-50 传真: 949-462-9608 电话: 40-21-407-87-50 西班牙 - 马德里 电话: 34-91-708-08-90 专话: 919-844-7510 传真: 34-91-708-08-91 细约, 细约州 瑞央 - 哥德堡	电话: 517-530-2360 波杉町			波兰 - 华沙
Project (a) 第94-462-9523 电话: 949-462-9523 电话: 949-462-9608 电话: 951-273-7800 罗利,北卡罗来纳州 电话: 电话: 919-844-7510 纽约, 纽约州 瑞央 - 哥德堡	光 恒维荷、加利福尼亚州			电话: 48-22-3325737
电话: 40-21-407-87-50 西班牙 - 马德里 电话: 951-273-7800 罗利,北卡罗来纳州 电话: 919-844-7510 纽约, 纽约州	中任 . 010-162-0523			罗马尼亚 - 布加勒斯特
市法 540-402-0000 电话: 951-273-7800 罗利,北卡罗来纳州 电话: 电话: 919-844-7510 纽约,纽约州 瑞典 - 哥德堡	在山, 949-462-9525 佳直, 949-462-9608			电话: 40-21-407-87-50
电话: 34-91-708-08-90 罗利,北卡罗来纳州 电话: 919-844-7510 纽约,纽约州	由任, 951-273-7800			西班牙 - 马德里
电话: 919-844-7510 传真: 34-91-708-08-91 纽约, 纽约州 瑞典 - 哥德堡 + い - 40-01-701-00-10	思知: 小卡罗李幼州			电话: 34-91-708-08-90
電相: \$15-044-7510 瑞典 - 哥德堡 サビー 40.04 F20 40.00	タイジ, ルトシ 木井川 由任, 919,844,7510			传真: 34-91-708-08-91
				瑞典 - 哥德堡
电话: 631-435-6000 电话: 46-31-704-60-40	曲话,631-435-6000			电话: 46-31-704-60-40
圣何寒、加利福尼亚州 瑞典 - 斯德哥尔摩	圣何寒。加利福尼亚州			瑞典 - 斯德哥尔摩
电话: 408-735-9110 电话: 46-8-5090-4654	王可委, MHT11用/GLL/11 由话, 408-735-0110			电话: 46-8-5090-4654
电话, 408-436-4270 英国 - 沃金厄姆	屯山: +00-730-9110 由话, 408-436-4970			英国 - 沃金厄姆
电话: 44-118-921-5800	⁻			电话: 44-118-921-5800
由法, 905-695-1980 传真: 44-118-921-5820	/# デハ‐クルク 由话,005_605_1080			传真: 44-118-921-5820
传真, 905-695-2078	传直: 905-695-2078			